

À la section Montre-Rose. S. A.
Hommage à l'auteur.

LES
AVANTAGES DU SIMPLON

SOUS LE RAPPORT

DE LA CONSTRUCTION

ET DE L'EXPLOITATION D'UN CHEMIN DE FER

Par

de Stockalper, ing.

LAUSANNE
IMPRIMERIE GEORGES BRIDEL

1869

CP

169

BIBLIOTHÈQUE CANTONALE
DU VALAIS

SION

*

Bibliothèque

de la

Section Monte-Rosa



10333.

C. A. S.

LES
AVANTAGES DU SIMPLON

SOUS LE RAPPORT

DE LA CONSTRUCTION

ET DE L'EXPLOITATION D'UN CHEMIN DE FER



Bibl. cant. VS Kantonsbibl.



1010055659

CP 169

LAUSANNE
IMPRIMERIE GEORGES BRIDEL

1869

CP 169

Si j'entreprends cet examen, après les hommes compétents qui se sont occupés du passage des Alpes, c'est qu'habitant le pied du Simplon, je suis trop pénétré de l'importance de cette question qui est si intimement liée avec les destinées de mon pays, pour ne pas y porter le plus vif intérêt. J'ai suivi avec attention la discussion que cette question a fait naître et j'ai cherché à comparer les différentes solutions proposées pour le Saint-Gothard avec les projets analogues proposés pour le Simplon. Cette étude m'a convaincu, que relativement aux autres passages, le Simplon présente des facilités telles que, dans ce moment encore, où les préférences semblent être pour le Saint-Gothard, je conserve ma foi dans l'avenir du Simplon.

M. l'ingénieur G. Lommel, dans ses excellents ouvrages, a démontré d'une manière évidente cette supériorité du Simplon ; mais on avait lieu de regretter de ne point trouver un projet à l'appui de son travail. C'est cette lacune que je me propose de remplir en publiant un avant-projet dressé sur les idées émises par M. Lommel et M. Vauthier.

La route du Simplon faisant partie de mon service des ponts et chaussées, il m'a été facile de me procurer la plupart des données existant sur ce passage. Je les dois en grande partie à l'obligeance de M. l'ingénieur cantonal Venetz et de M. l'ingénieur Clo, chef des services de la Ligne d'Italie, qui se sont occupés dès le début de cette question.

Ce n'est point la valeur de mon travail qui m'engage à le publier, mais les données topographiques qu'il contient. Heureux si elles parviennent dans les pays intéressés aux ingénieurs qui y font autorité : entre leurs mains elles deviendront des armes assurant le percement du Simplon. C'est dans ces sentiments que je me recommande à l'indulgence du lecteur.

Sion, le 28 avril 1869.

DE STOCKALPER, INGÉNIEUR.

INTRODUCTION

L'espoir de voir se réaliser les différents chemins de fer projetés à travers les Alpes suisses a présenté jusqu'ici bien des phases différentes : chacun des passages a eu ses moments de chance ; aujourd'hui les chances de réussite paraissent être exclusivement pour le Saint-Gothard, la Prusse et l'Italie lui ayant assuré leur concours exclusif.

Quelle attitude prendra la Confédération suisse, elle qui se trouve en présence de trois passages, le Simplon, le Saint-Gothard et le Lukmanier, représentant chacun des intérêts suisses différents ?

M. le conseiller fédéral Challet-Venel, dans un éloquent discours fait à la fête d'inauguration d'une des sections des abords du Simplon, a prononcé les belles paroles suivantes :

« Que fera la Confédération, vous demandez vous ? Et vous vous posez peut-être cette question avec d'autant plus de curiosité que j'ai l'honneur de représenter ici le Conseil fédéral. Je n'ai pas mission de parler officiellement en son nom et je n'exprimerai que mon opinion personnelle, opinion acquise dans la longue fréquentation des membres du Conseil fédéral et de l'Assemblée fédérale. Si vous me posez cette question, je répondrai : la Confédération fera tout, excepté une injustice ; elle donnera son assistance à tous les groupes de cantons et de compagnies, ou bien elle n'en soutiendra aucun ; elle subventionnera tous les passages des Alpes ou elle n'en subventionnera aucun, parce qu'il n'y a en Suisse ni des aînés, ni des cadets, ni des élus, ni des déshérités. Jamais elle n'assurera la prospérité des uns sur le malheur des autres. Néanmoins, le rôle de la Confédération dans cette question ne doit pas être un rôle passif qui serait contraire à sa dignité et à ses intérêts. »

L'opinion émise par M. le conseiller fédéral Challet-Venel est celle qu'ont manifestée les gouvernements de tous les cantons suisses, dans les conférences de Lausanne et de Lucerne ; c'est celle du peuple suisse ; car c'est la seule légale, la seule basée sur l'esprit de nos institutions républicaines ; y déroger serait un péril pour ces institutions.

Aussi, pleins de confiance dans la sagesse des pouvoirs fédéraux, les cantons intéressés au passage oriental et au passage occidental ont le droit d'attendre de la Confédération la même bien-

veillance que les cantons intéressés au Saint-Gothard, car de cette bienveillance et de cette impartialité dépend la réalisation de ces divers réseaux.

La question qui s'agit entre les différents passages n'est, à notre avis, qu'une question de priorité, persuadés que nous sommes que, lorsque la science de l'ingénieur aura fait de grands progrès dans l'art de percer les roches, ce qui peut paraître aujourd'hui une utopie deviendra une réalité et que les Alpes suisses seront percées sur plus d'un point.

Telle était l'opinion d'un homme d'Etat dont l'esprit devançant son époque a marqué sur les destinées des peuples, M. le comte de Cavour : c'est au courage et à l'énergie du comte de Cavour alors à la tête d'un petit Etat, le Piémont, qu'on doit le percement du Mont-Cenis, un des monuments de ce siècle. Mais en même temps qu'il entreprenait le Mont-Cenis, il accordait la concession des différents passages italo suisses, affirmant que « l'Italie avait tout intérêt à ouvrir toutes ses portes au reste de l'Europe. »

Les chemins de fer alpestres suivront les mêmes phases que les routes. Quand Napoléon I^{er} désignait le Simplon comme devant être la première grande voie de communication à travers les Alpes, nos pères ne pouvaient croire à la réalisation d'une œuvre aussi grandiose pour cette époque et taxaient cette entreprise de téméraire. Soixante ans à peine se sont écoulés dès lors et la Suisse est dotée d'un réseau complet de routes alpestres.

Le développement des chemins de fer eux-mêmes nous confirme dans l'idée que nous émettons : la chaîne du Jura n'est-elle pas à la veille d'être traversée en cinq points différents de Bâle à Genève ? La ligne coûteuse à travers les Apennins de Gênes à Alexandrie, ne verra t-elle pas sous peu une ligne rivale dans celle de Savone à Turin ? On pourrait multiplier ces citations. Mais les relations commerciales entre les différentes nations tendent sans cesse à augmenter ; avec elles augmentent les besoins de communication, et l'on verra successivement s'ouvrir les divers passages suisses.

Si dans les conjectures actuelles la priorité semble assurée au Saint-Gothard, que les partisans du Simplon se rassurent, car la nature a marqué ce passage par des dispositions exceptionnelles qui permettent d'y supprimer les Alpes, tandis qu'elles seront conservées à moitié au Mont-Cenis et au Saint-Gothard.

Démontrer les conséquences les plus importantes d'un pareil résultat et qu'on peut obtenir avec les $\frac{2}{3}$ du capital nécessaire à l'établissement du Saint-Gothard, tel est le but que je me propose. Nous établirons que le Simplon satisfait mieux que le Saint-Gothard les intérêts du nord-ouest de l'Europe, car tout en assurant à la France les meilleures communications avec l'Italie, il répond pleinement aux relations commerciales entre l'Allemagne et la Péninsule, puisqu'il pourra soutenir avantageusement sur la place de Bâle la concurrence du Gothard.

Si le gouvernement italien, abandonnant les principes posés par le comte de Cavour, s'est prononcé exclusivement pour le Saint-Gothard ; si la commission technique italienne dirigeant ses regards vers l'Allemagne s'est arrêtée au Saint-Gothard et a complètement ignoré le Simplon, nous ne pouvons leur en faire un reproche ; car nous ne pouvions pas exiger qu'ils connaissent la profondeur de chacune des déchirures qui se trouvent dans le flanc de nos montagnes.

C'était à nous d'attirer leur attention sur cette particularité que le tunnel de base possible au

Simplon seul rachète pleinement l'écart que présente la position géographique de ce passage sur celle du Saint-Gothard par rapport à la ligne Bâle-Gênes-Milan.

Quoique ce fait ait été méconnu jusqu'ici, malgré les efforts de M. Lommel, il n'en reste pas moins une vérité qui un jour prévaudra.

CHAPITRE PREMIER.

CONSTRUCTION.

Pour mieux faire ressortir les avantages exceptionnels que présente le Simplon sur les autres passages quel que soit le système adopté, je crois utile d'indiquer brièvement les éléments des différents tracés proposés pour le Simplon ; nous n'en ferons point la critique, et nous ne nous arrêterons pas à relever les quelques erreurs des cotes de nivellement qui ont servi à dresser ces différents projets. Nous les suivrons autant que possible par ordre chronologique, de manière à présenter une petite esquisse historique des études du Simplon. Je me laisse d'autant plus facilement entraîner à cette manière d'exposer la question qu'elle me permet de témoigner au nom de mon pays les sentiments de gratitude que méritent tous les hommes distingués qui ont patronné cette grande œuvre.

§ 1. Projet Clo-Venetz.

La Compagnie de la ligne d'Italie fondée en 1853 par M. le comte Adrien de la Valette eut pour premier ingénieur en chef M. Garella qui fit commencer les études du Simplon en 1857. Il posa pour base du projet les conditions techniques admises pour le Mont-Cenis. MM. les ingénieurs Clo et Venetz furent chargés de ces études et dressèrent le premier avant-projet pour la traversée du Simplon.

Ce travail n'ayant pas été publié, nous l'examinerons avec un peu plus de détail, et faisons figurer ce tracé sur le plan de situation (Pl. 1).

DESCRIPTION DU TRACÉ.

Versant nord : Le tracé partirait de la gare Gliss-Brigüè à la cote 725^m au-dessus de la mer, traverserait la Saltine près du pont de Napoléon pour se développer avec une rampe de 25 pour mille sur le plateau de Brigerberg, véritable amphithéâtre de prairies. Arrivé au bord

du ravin de Tunnetsch, il retourne sur lui-même par une courbe de 300^m de rayon pour arriver à la gare de Thermen, de là laissant au-dessus de lui le village de Ried, il pénètre dans les gorges de la Saltine pour entrer en tunnel à Grund, petit hameau à la jonction des torrents de la Ganther et de la Saltine.

L'entrée du tunnel à Grund est à la cote de	=	1068 ^m
La gare de Gliss-Brigue	=	725 ^m

Hauteur à franchir	=	343 ^m
--------------------	---	------------------

La longueur totale du développement entre ces points = 13 700^m
 dont 13 420^m avec rampe de 25 pour mille
 400^m palier de la gare de Thermen et
 180^m paliers pour pont, etc.

Tunnel : Le tunnel est projeté en ligne droite ; il entrerait à Grund et sortirait à 300^m en aval de la grande galerie de Gondo. La longueur du tunnel serait de 12 kilomètres et 200 mètres ; la tête nord est à la cote 1068, la tête sud 1011 ; en ce point, la cote de la route du Simplon est 1022, la tête du tunnel se trouverait donc à 11^m en dessous de la route dans la paroi de rocher qui longe la route.

Le profil en long du tunnel serait en rampe de 0^m,0005 sur 6 kilomètres à partir de la tête nord, ce qui porterait le point culminant du passage au centre du tunnel à la cote 1071 ; à ce point il y aurait un palier de 200^m, puis par une pente de 0^m,01 par mètre on arriverait à la tête sud à la cote 1011.

Versant sud : De la tête sud du tunnel, sur la rive droite de la Doveria, le tracé côtoyerait les flancs escarpés de la gorge de Gondo, passant sur le petit plateau au-dessus d'Iselle où serait établie une gare ; de là il va rencontrer la vallée de Cherasca où il trouve un petit développement et se porte ensuite sur le riche coteau de Varzo. Ayant quitté ce riant plateau, faisant contraste avec la nature sévère des gorges de Gondo, il suit le thalweg de la Doveria pour venir déboucher vers Crévola dans la vallée de la Toce, d'où il suit jusqu'à Domo le flanc occidental de cette gracieuse vallée.

La tête sud du tunnel est à la cote	=	1011 ^m
La gare de Domo-d'Ossola »	=	284 ^m

Hauteur à franchir	=	727 ^m
--------------------	---	------------------

La longueur totale du développement entre ces points = 25 000^m
 dont 24 230^m avec une pente de 30 pour mille et
 670^m paliers pour les gares d'Iselle, Crevola, etc.

Longueur Brigue-Domo. La longueur totale de la traversée serait :

de Brigue à l'entrée nord du tunnel	=	13 700 ^m
du tunnel de Grund à la galerie de Gondo . .	=	12 200 ^m
de la tête sud du tunnel à Domo	=	25 000 ^m

k. 50 900 ^m

Durée de la construction : La durée de la construction est fixée par le temps nécessaire au percement du tunnel de 12 200^m, en prenant pour base les résultats actuels du percement du Mont-Cenis de 1350^m par an et un an en sus pour l'installation des machines ; la durée du percement peut être fixée à 10 ans.

Estimation : Il n'existe pas d'estimation accompagnant ce projet ; toutefois en prenant pour terme de comparaison l'estimation détaillée du projet Lehaître, là où il parcourt le même terrain, on peut l'établir comme suit pour double voie compris le matériel roulant :

1^o Versant nord :

a) sur le plateau de Brigerberg.	13 k.	à fr.	650 000 = fr.	8 450 000
b) gorge de la Saltine	0 k. 700 ^m	à »	1 000 000 = »	700 000

2^o Tunnel en admettant le chiffre des

experts du Gothard	12 k. 200 ^m	à »	3 600 = »	43 920 000
------------------------------	------------------------	-----	-----------	------------

3^o Versant sud :

a) gorge de Gondo à la Cherasca	10 k.	à »	1 000 000 = »	10 000 000
b) plateau de Varzo à Campélia	5 k.	à »	800 000 = »	4 000 000
c) de Campélia à Crévola	5 k.	à »	900 000 = »	4 500 000
d) de Crévola à Domo	5 k.	à »	450 000 = »	2 250 000

Total fr. 73 820 000

Dans ce chiffre n'est pas compris le service des intérêts pendant la construction.

Comparaison avec le Mont-Cenis. Comparant ce projet avec celui du Mont-Cenis, identique quant à la longueur du tunnel et des rampes d'accès, nous avons :

	Mont-Cenis, de Saint-Michel à Suze.	Simplon, de Brigue à Domo.
Longueur totale du passage	77 kilomètres	51 kilomètres.
Cote du point culminant du passage	1338 ^m ,45	1071 ^m ,00

§ 2. Projet Jaquemin.

Un projet analogue est présenté en 1862 par l'ingénieur Ch. Jaquemin auquel nous devons la publication des premiers projets du Simplon avec grand tunnel, projet qu'il a défendu avec talent dans la presse suisse.

Le cadre restreint de ce travail nous force à n'analyser que le tracé le plus récent de cet ingénieur.

- 1^o Le parcours total entre les gares de Brigue et de Domo-d'Ossola serait de 57 kilomètres.
- 2^o La plus forte inclinaison serait de 25 pour mille.
- 3^o Le rayon minimum des courbes de 400^m.
- 4^o La longueur du tunnel de 12 kilomètres.
- 5^o L'altitude des têtes serait :

Pour le versant nord à la cote 1070^m ;
» sud » 1076^m, et cette dernière cote pouvant même être réduite à 1050 mètres.

6° Le point culminant de la ligne se trouverait dans le tunnel, à 5 kilomètres de l'entrée nord, à la cote 1145^m; de ce point la pente est de 0,016 vers la tête nord et 0,01 vers la tête sud.

7° Le tunnel serait construit à l'aide de puits inclinés d'après le système de M. Toni Fontenay, jusqu'au point où la longueur de ces puits atteint 1000^m. La partie centrale non attaquée par des puits serait de 5 kilomètres.

8° Le temps nécessaire pour le percement du tunnel serait de 8 à 10 ans, en ne comptant que sur les procédés ordinaires ; mais si l'on utilisait des machines perforantes sur la partie centrale du tunnel, ce temps se réduirait à 6 ou 8 ans.

9° Le devis monte à environ 60 millions, sans les intérêts des capitaux engagés pendant la durée d'exécution des travaux.

Ce projet se distingue de celui de MM. Clo et Venetz par l'idée nouvelle émise par M. Jacquemin de briser le tunnel de manière à suivre la projection horizontale de la vallée de la Saltine. Ainsi il compte appliquer avec avantage le système des puits inclinés de M. Toni Fontenay, ce qui permet d'attaquer le tunnel, au besoin, par les moyens ordinaires ou de diminuer de deux ans le temps nécessaire pour le percement.

Par contre, le projet Clo-Venetz permet, avec la même longueur de tunnel, de sortir dans la gorge de Gondo 40 à 60 mètres plus bas que le tracé Jacquemin : avantage assez précieux, qui fait gagner deux kilomètres de voie sur le versant sud, où l'on a le plus de difficultés à trouver les développements nécessaires. C'est ce motif qui a amené MM. Clo et Venetz à porter la pente sur ce versant à 30 pour mille.

Dans quel rapport les avantages différents de ces deux projets se compensent-ils ? C'est ce qu'une étude détaillée de ces tracés seule pourrait trancher.

§ 3. Projet Vauthier.

(Tunnel de plaine.)

Quoique le projet présenté par MM. Clo et Venetz fût supérieur au tracé du Mont-Cenis, M. Vauthier, alors ingénieur en chef de la ligne d'Italie, fut frappé de la faible épaisseur relative que présente, au Simplon, le massif des Alpes ; en effet, sur toute la chaîne des Alpes du Mont-Cenis au Tyrol, le Simplon est le seul point où l'on puisse entreprendre le percement à la base de la montagne sans dépasser la limite du possible dans la longueur du tunnel. Profiter de cet avantage, telle est la solution proposée par M. Vauthier.

J'extraits du rapport fait en 1859 à l'assemblée des actionnaires de la ligne d'Italie le passage suivant, où, pour la première fois, cette idée grandiose est soutenue avec énergie et conviction par M. le Comte de La Valette, président du Conseil d'Administration.

« Lorsqu'il s'agit d'établir une voie ferrée qui traverse une chaîne de montagnes, il faut considérer comme la plus grande difficulté le percement d'un grand tunnel ; c'est une des œuvres les plus difficiles que puisse tenter la volonté de l'homme.

» Si d'ailleurs, pour cette entreprise audacieuse, l'emploi de la poudre avait déjà donné sur les temps anciens une immense supériorité, il était bien difficile de ne pas demander un nouveau et puissant concours aux forces mécaniques qui, dans notre siècle, avaient déjà créé tant de miracles !

» Après de nombreux essais longtemps arrêtés dans les limites de la théorie, les applications ont commencé en grand, et l'une de ces applications semble réaliser le programme et les promesses de ses inventeurs.

» Avec l'énergique protection du roi de Sardaigne, avec le concours des capitaux votés par les Chambres du Piémont, une expérience solennelle est commencée au Mont-Cenis, en attaquant résolument les Alpes sur les deux versants par un souterrain sans puits.

» Notre Compagnie, comme l'opinion publique, suit avec toutes ses sympathies, avec tous ses vœux, les développements de cette expérience, la marche et le succès de ce percement. Si les efforts des habiles ingénieurs du Mont-Cenis réussissent, s'ils ont réellement quintuplé l'économie du temps dans cette œuvre gigantesque, qui ne peut être attaquée que sur deux points : c'est une révolution nouvelle dans la traversée des montagnes, et il devient possible de songer, pour le passage du Simplon, à une solution qui n'aurait pu être présentée il y a quelques années sans être taxée de folie, à une solution qui fixerait sur le Simplon l'attention et les sympathies du monde entier, à une solution qui classerait le percement du Simplon parmi les plus grandes et les plus extraordinaires créations de la puissance humaine.

» S'il est vrai, comme l'affirment d'habiles ingénieurs, comme le pense le gouvernement du Piémont, que l'on puisse percer les 12 kilomètres du Mont-Cenis en huit ans, il ne faudrait pas quatre années de plus pour obtenir, par ces nouvelles puissances mécaniques, de chaque côté du tunnel 2 kilomètres de plus. Une fois engagé de 6 kilomètres sous terre, les conditions de ventilation, de transports de matériaux, d'aménagement des ouvriers et des machines, ne changent guère pour 2 kilomètres, et le temps continue à être compté à peu près, dans les mêmes proportions, sur les mêmes bases de l'avancement métrique.

» Vous avez compris, messieurs, que nous voulons vous parler de la réalisation d'un grand souterrain de 17 kilomètres que nous vous avons déjà signalé sans beaucoup de confiance, parce que, jusqu'à ce jour, nous l'avions considéré comme une solution impossible, comme un rêve irréalisable.

» Mais si l'exécution du tunnel du Mont-Cenis devient exécutable en 8 ou 9 années, si par suite un souterrain de 17 kilomètres n'est pas moins certain dans l'espace de 11 à 12 ans, l'Europe entière, nous sommes tenté de le dire, le monde civilisé est en droit de demander à notre compagnie, aux compagnies qui se dirigent vers nous, et surtout aux Etats intéressés à l'achèvement de la ligne d'Italie, l'adoption d'un souterrain de 17 kilomètres entre la plaine du Rhône et la plaine du lac Majeur.

» Dans ces conditions, messieurs, un souterrain de 17 kilomètres n'est plus seulement l'ouverture d'une porte au travers des Alpes, l'abaissement du passage au-dessous de la région des neiges, c'est la suppression même de cette muraille gigantesque, c'est la jonction et le nivellement entre les plaines du Piémont et de la Lombardie et la plaine du lac de Genève.

» Quels merveilleux progrès, messieurs, dans les conquêtes du chemin de fer, quels précieux avantages pour les communications entre l'Italie et l'Europe centrale ! quelle inépuisable source de richesses pour les contrées traversées ou réunies par notre chemin de fer ! quels éléments puissants pour la prospérité de notre compagnie !

» Qui pourrait d'ailleurs songer à contester l'avenir et la supériorité de notre ligne, si les espérances du Mont-Cenis réussissent ; si, par suite, notre traversée au niveau de la plaine est exécutable, s'il devient, par conséquent, possible d'appliquer pour ces contrées et les intérêts placés de chaque côté des Alpes le mot célèbre prononcé par Louis XIV au sujet des Pyrénées.

» L'entrée du souterrain de 17 kilomètres qui commencerait à la plaine du Rhône, pour déboucher dans la plaine de l'Ossola, serait placée à la sortie de Brigue, en face du pont Napoléon, et sortirait près d'Iselle ; il aurait deux légères pentes qui permettraient l'écoulement des eaux.

» Il est à remarquer que sur les 17 kilomètres, 2 kilomètres peuvent être attaqués avec des puits, par conséquent il ne faut plus compter, pour le souterrain de plaine, que 15 kilomètres dans les conditions du percement du Mont-Cenis.

» Dans un tel projet, il est bien évident que le tunnel devient le seul ouvrage d'art entre les deux plaines et que dès lors la compagnie se trouve affranchie de tous les développements nécessaires pour gagner la hauteur.

» Si jamais, messieurs, cette solution devenait possible, il ne pourrait exister dans la pensée de personne d'établir une comparaison quelconque avec les autres lignes des Alpes. La barrière des Alpes n'existerait plus pour le chemin de la ligne d'Italie.

» Nous avons la conviction, messieurs, que le tunnel de Brigue à Iselle ne peut manquer de fixer avec éclat l'attention publique, et que ce grand ouvrage, si utile à l'Europe, si digne d'exciter l'enthousiasme, si digne de prendre place à côté des plus grandes créations de l'homme, recueillera le concours des compagnies affluentes, et qu'il obtiendra, avec l'appui des Etats intéressés, la protection et le patronage des grands souverains qui, à cette époque, ont le mieux compris les grandes idées, les grandes choses.

M. Vauthier ne fut pas appelé à donner suite à une aussi belle solution du passage des Alpes : il quitta le service de la ligne d'Italie avant d'avoir entrepris les études sur les bases qu'il avait posées. De nouvelles idées se firent jour, et les recherches relatives au passage des Alpes prirent, pour un instant, une autre direction.

§ 4. Système Flachet.

Au commencement de 1860 fut émise pour la première fois la proposition hardie de traverser les Alpes à ciel ouvert. Après une étude consciencieuse du climat, basée sur des observations météorologiques faites avec soin au Simplon, M. Flachet conclut dans son ouvrage de la traversée des Alpes qu'il n'y a pas lieu de douter qu'on vaincra les obstacles que peut présenter la rigueur du climat.

Les difficultés survenues au Mont-Cenis, dont l'avancement ne répondait guère en ce moment au succès qu'on attendait, engagèrent cet ingénieur distingué à demander la solution du passage des Alpes, non point au percement de souterrains de grandes longueurs, mais aux forces mécaniques nécessaires pour franchir de fortes inclinaisons.

Dans ce but, M. Flachet propose un nouveau matériel dans lequel, outre le poids de la locomotive, le poids des wagons peut être utilisé pour augmenter l'adhérence. Chaque waggon serait pour ainsi dire transformé en une machine locomotive, à laquelle la vapeur serait fournie par un générateur commun qui est la locomotive.

Ce nouveau matériel, d'après M. Flachet, permettrait de remorquer sur des rampes de 50 à 60 millimètres des trains de 120 à 150 tonnes, composés de véhicules susceptibles de circuler dans des courbes de 25 mètres de rayon.

En appliquant ce système au Simplon, voici les éléments de son tracé :

1° Les fortes rampes de 50 à 60 millimètres ne sont appliquées que dans les points où l'inclinaison du thalweg des vallées d'accès dépasse 35 millimètres, soit de Brigue à Iselle.

2° La longueur totale du tracé entre ces points est :

	Longueur.	Hauteur rachetée.
Sur le versant nord	25 085 ^m	1254,23 ^m
» » sud	26 580 ^m	1346,98 ^m
	<u>51 665^m</u>	<u>2601,21^m</u>

soit 52 kilomètres.

§ 5. Système Thouvenot.

L'idée de passer le Simplon à l'aide d'un matériel spécial, pouvant gravir de fortes rampes, est reproduite en 1863 par M. Thouvenot, ingénieur, dont l'esprit pratique et la longue expérience dans la traction des chemins de fer sont une garantie à l'appui de son système.

Ce matériel consiste en une puissante locomotive, pouvant communiquer au besoin sa force motrice à chaque essieu du train par des courroies, des chaînes de Galle ou des bielles.

A l'aide de ce matériel, l'auteur estime qu'un train peut remorquer une charge de 100 tonnes de poids utile, avec une vitesse de 20 kilomètres à l'heure sur des rampes de 5 à 6 pour cent et dans des courbes de 100 à 150 mètres de rayon.

Toutefois cet ingénieur ne présente ce système que comme un moyen *semi-provisoire* pour le passage des Alpes, car il estime au contraire que *la meilleure des solutions consiste à donner passage à la voie ferrée en percant les Alpes à leur base.*

Ce système serait établi entre Brigue et Iselle sur une longueur de 48 kilomètres, à la condition de passer en tunnel le col du Simplon. — Vu le caractère provisoire de ce chemin et les courbes de faibles rayons dans lesquelles peut circuler ce matériel, M. Thouvenot ne prévoit que la faible dépense de 12 millions comme coût d'établissement du chemin de fer à une simple voie, non compris le tunnel.

Mais, pour faciliter la comparaison avec les projets à fortes rampes présentés pour le Saint-Gothard, nous reprenons cette estimation pour l'établir sur les mêmes bases que celles du projet Riggensbach, soit pour double voie et rayon minimum de 300^m.

A. ÉLÉMENTS DU TRACÉ THOUVENOT.

(Brigue-Iselle.)

I. Versant nord :

Tunnel au col du Simplon à la côte	1700 ^m
Gare de Brigue	<u>730^m</u>
	Hauteur à franchir 970 ^m
Ce qui exige avec des rampes de 5 % un développement de	19 400 ^m
Palier pour station	<u>450^m</u>
	A reporter 19 850 ^m

	Report	19 850 ^m
II. Tunnel au col du Simplon à la cote 1700 ^m		
En palier, longueur		4 000 ^m
III. Versant sud :		
Tunnel au col du Simplon à la cote	1700 ^m	
Gare d'Iselle	665 ^m	
	Hauteur à franchir	1035 ^m
Ce qui exige à 5 % d'inclinaison un développement de	20 700 ^m	
Palier pour station	450 ^m	
		21 150 ^m
Total du tracé Brigue-Iselle		45 000 ^m

B. ESTIMATION.

(Non compris le service des intérêts pendant la construction.)

1. Versant nord.	19 kil. 850	à	fr. 500 000	=	fr. 9 925 000
2. Tunnel.	4000 mètr.	à	» 2 800	=	» 11 200 000
3. Versant sud	21 kil. 150	à	» 900 000	=	» 19 035 000
				Total de Brigue à Iselle	fr. 39 160 000

Iselle-Domo.

La ligne d'Iselle-Domo serait construite dans les conditions ordinaires.

La longueur est de 18 kil. et la pente maximum 22 pour mille.

1. Domo-Iselle.	18 kil.	à	fr. 600 000	=	fr. 10 800 000
				Total de Brigue à Domo	fr. 49 960 000

soit 50 millions.

C. DURÉE D'EXÉCUTION : 4 ANS.

§ 6. Projet Lehaitre-Mondésir.

M. Piarron de Mondésir, ingénieur en chef de la ligne d'Italie, sous les mêmes impressions que M. Flachet, abandonna l'idée de son prédécesseur M. Vauthier. Tout en reconnaissant que *la véritable solution technique serait évidemment celle d'un long tunnel*, mais craignant que l'incertitude au point de vue de la dépense et de la durée de l'exécution fût de nature à ne pas attirer les capitaux privés, il posa le programme suivant :

1. Exécution dans le délai de 5 ans.

2. Exploitation sans transbordements.

M. l'ingénieur Lehaître fut chargé de la direction des études et de la rédaction d'un projet complet, remplissant les conditions de ce programme.

Le travail qu'il présenta est l'étude la plus détaillée de tous les projets proposés pour le Simplon, ayant à l'appui toutes les pièces nécessaires à l'exécution.

Les dispositions de ce projet sont résumées comme suit :

1° Le parcours total entre Brigue et Domo d'Ossola sera de 80 k. 833^m en y comprenant les doubles longueurs des paliers dans les gares de rebroussement, soit 78 k. 493^m 50 de longueur véritable de chemin à construire.

2° La gare de Brigue se trouve à la cote 731

Celle de Domo » » 276,90

Le point culminant du passage » 1731,88

3° Les plus fortes déclivités sont de 0^m 04 divisées en dix-neuf parties séparées par des paliers ou des déclivités réduites. Leur longueur totale est de 47731^m; la plus grande longueur d'une déclivité continue de 0^m 04 est de 5525^m.

Les six rebroussements avec déclivité de 0^m 025 ont ensemble une longueur totale de 7864^m. Les paliers ont une longueur totale de 7928^m 50, et sur le surplus du parcours les déclivités réduites sont comprises entre 0^m 005 et 0^m 003.

4° Les alignements ont une longueur totale de 40 739^m 83, c'est-à-dire plus de la moitié du parcours.

Les courbes au nombre de 224 ont ensemble un développement de 40 093^m 67.

Le minimum des rayons et des courbes est de 250^m, et les courbes de ces rayons au nombre de 28 mesurent ensemble 11 762^m.

5° Par économie et pour trouver plus facilement un développement suffisant, on admet le système des doubles rebroussements.

6° Pour préserver la voie ferrée des intempéries, elle sera couverte en maçonnerie à partir de 1100^m de hauteur sur le versant nord et de 850^m sur le versant sud. Ces couvertures ont une longueur totale de 21 154^m; les tunnels ayant ensemble 23 244^m, il en résulte que la voie serait entièrement couverte sur une longueur totale de 44 398^m, c'est-à-dire sur plus de la moitié du parcours.

7° La voie projetée entre en tunnel sous le faite de la montagne à la cote 1680 sur le versant nord et en sort à celle de 1700 sur le versant sud. Ce tunnel a une longueur de 4653^m; il sera possible de creuser 4 puits dont le plus profond aura 255^m.

8° La dépense totale de la construction pour ce chemin à une voie est estimée à 66 millions, sans compter le service des intérêts pendant la construction.

9° La traction sur les rampes de 0^m 04 et dans des courbes de 200^m de rayon serait assurée à l'aide de la machine Petiel modifiée.

Le type caractéristique de cette machine est l'adoption de quatre cylindres alimentés par le même générateur et six paires de roues motrices couplées trois à trois. Ainsi la force de traction est augmentée en doublant le nombre de cylindres.

Cette solution intermédiaire entre les tracés provisoires et les lignes basses, présentée par la Compagnie concessionnaire du Simplon à tous les gouvernements intéressés comme étant le programme qu'elle s'efforcera de réaliser, mécontenta le plus grand nombre des partisans de ce passage. Ils lui reprochaient avec raison de sacrifier l'avenir au présent.

Aussi ne tarda-t-elle pas à être vivement combattue. M. Jaquemin, dans sa brochure *Simplon-Suez*, fit ressortir les conséquences fâcheuses pour le trafic du Simplon qu'entraînerait l'adoption d'un tracé haut.

Cette brochure fut suivie de l'*Etude critique des divers systèmes proposés pour le passage des Alpes suisses par un chemin de fer*, par M. G. Lommel. Les recherches judicieuses faites par cet ingénieur sur la valeur relative des différents tracés sont trop concluantes pour ne pas reproduire ici les résultats auxquels il est arrivé.

Pour fixer les idées, prenant le Simplon comme exemple, M. Lommel compare au point de vue des frais de construction et d'exploitation les trois systèmes suivants :

- A. Tracé à faible rampe et long souterrain.
- B. Tracé à ciel ouvert avec rampe de 50-60 pour mille et courbe de 60-100 mètres de rayon. (Flachat-Thouvenot.)
- C. Système intermédiaire avec rampe de 35-40 par mille et courbe de 200 à 300 mètres de rayon. (Lehaitre-Mondésir.)

Voici le résumé de ses conclusions :

1^o Dans les conditions d'un trafic, correspondant à 36 000 fr. de recette brute kilométrique aux tarifs ordinaires, et produisant 72 000 fr. aux doubles tarifs, le tracé C (Lehaitre-Mondésir) présenterait un résultat économique inférieur à celui du tracé A (à long souterrain). La comparaison de ces résultats économiques est donnée par les chiffres 160 millions et 140 millions, dont le premier est censé représenter le coût d'établissement du tracé C, augmenté du chiffre capital qui correspondrait au surplus des frais d'exploitation annuels du tracé C sur celui A.

Par conséquent le tracé A à long souterrain devrait seul être adopté comme tracé définitif, pouvant seul lutter avantageusement avec la concurrence des passages voisins.

2^o Le tracé B (Flachat-Thouvenot), auquel nous joignons les systèmes Fell, Wetli, Riggenbach¹, devrait seul être adopté à titre provisoire, permettant seul dans les conditions d'un trafic modeste un amortissement à court terme et avant que la concurrence ait enlevé les ressources de vitalité.

¹ L'étude critique de M. Lommel juge d'avance de la valeur des nouveaux systèmes inventés par MM. Fell, Wetli, Riggenbach. Ces différents systèmes constituent tous de grands progrès faits dans l'art de la traction sur forte rampe, en ne limitant plus la puissance de la vapeur à l'adhérence ordinaire, ce qui permet de se décharger d'un poids mort ; c'est ainsi améliorer les conditions de travail ; autrement dit, travailler à meilleur marché que par le passé ; mais il y a loin de là à supprimer par l'établissement d'un long tunnel la quantité de travail mécanique nécessaire ; et ce travail exigera toujours un surcroît de dépense, qu'il se traduise en une plus grande consommation de charbon ou en usure de rails et matériel roulant.

L'opportunité de l'application de ces différents systèmes, comparés aux lignes basses, ne peut se défendre, au point de vue du rendement, qu'en tenant compte de l'intérêt du capital de premier établissement. Mais

§ 7. Projet Lommel.

M. Lommel donne la description suivante du tracé A à long souterrain dont il s'est servi dans la comparaison des différents systèmes :

Ce projet partirait de la gare de Brigue-Gliss et de l'altitude 731 mètres au-dessus du niveau de la mer, pour déboucher au fond de la vallée de la Dovéria, près de la frontière italienne (à Gondo) à la cote 705 mètres. Le trajet entre ces deux points extrêmes s'opérerait par un souterrain dont la longueur ne serait pas inférieure à $17\frac{1}{2}$ kilomètres, et qui serait percé suivant une ligne droite et une déclivité de 4 pour mille vers l'Italie. Un puits de 250 mètres de profondeur pouvant être foré à deux kilomètres de la tête nord du souterrain, dans la vallée de la Saltine, il s'en suit que la longueur du tunnel serait réduite à $15\frac{1}{2}$ kilomètres, quant à la distance des points d'attaque extrêmes. Un autre puits profond de 500 mètres pourrait encore être percé sur le versant nord à $4\frac{1}{2}$ kilomètres de la tête nord.

Depuis Gondo le tracé se développerait d'abord sur les versants de la vallée de Dovéria, contournerait ensuite légèrement la vallée de la Cherasca, dans le but de réduire les inclinaisons à 20 ou 25 pour mille, puis suivrait de nouveau la vallée de la Dovéria par Varzo-Crevola pour arriver au point limite Domo-d'Ossola.

La longueur totale entre Brigue et Domo-d'Ossola serait :

- a) Entre Gliss-Brigue et Gondo en souterrain $17\frac{1}{2}$ avec déclivité de 4 pour mille vers l'Italie.
- b) Entre Gondo et Domo-d'Ossola $18\frac{1}{2}$ pente 25 pour mille.

Total 36 kilomètres.

M. Vauthier et M. Lommel partagèrent la même pensée : supprimer les Alpes ! Le premier subordonnait cette solution à l'expérience à attendre du Mont-Cenis alors à son début, le second suivant avec attention les progrès continus dûs aux mérites des hommes qui dirigent ce chef-d'œuvre, osa proclamer, il y a cinq ans, que le percement des longs souterrains est un problème résolu.

Ces espérances n'ont pas été trompées. Aujourd'hui que l'expérience permet de fixer à une époque à peu près certaine l'achèvement de ce travail, aujourd'hui que les doutes soulevés par tant d'ingénieurs sont dissipés, et que cette conquête du génie de l'homme est un fait accompli, le projet Vauthier-Lommel devient le seul rationnel, le seul qui ne fera pas regretter aux générations futures, le choix d'un tracé meilleur.

Partageant cette confiance, j'ai cherché à réunir tous les documents nécessaires à la rédaction d'un avant-projet. Les données sûres que j'ai pu me procurer m'ont amené à proposer une variante au tracé dont MM. Vauthier et Lommel ont posé les premiers jalons.

dans la question des chemins de fer, l'influence de ce capital disparaît à la longue, une fois le chemin construit et la question vitale pour une ligne et pour les pays qu'elle parcourt, c'est la dépense de tous les jours, ce sont les frais d'exploitation ; car c'est ce facteur unique qui fixe par la concurrence les limites de la zone de trafic d'une voie ferrée.

§ 8. Variante au projet Vauthier-Lommel.

Le programme que je me pose est celui-ci :

Etablir le tunnel de base de manière à pouvoir l'attaquer en partie par des puits dont la profondeur serait inférieure à 300 mètres.

Réduire autant que possible la longueur du tunnel sans allonger la ligne, sans chercher aucun autre développement que la longueur naturelle obtenue en suivant avec une pente donnée, le thalweg des vallées d'accès; et entrer en tunnel au point où cette ligne de pente rencontre le thalweg.

Les inclinaisons sur le versant nord ne dépasseront pas 15 pour mille; c'est-à-dire resteront dans les conditions d'une ligne de plaine. Sur le versant sud elles atteindront la pente de 25 pour mille.

La raison qui force d'adopter de fortes rampes sur le versant sud tient à une cause générale, commune à tous les passages italo suisses; elle tient à la différence de niveau existant entre le plateau suisse et les plaines d'Italie au pied des Alpes.

Différence telle qu'en perçant à la base sur le versant suisse, on se trouverait à 200 mètres au-dessus des plaines de l'Italie, ainsi que le prouve la comparaison suivante entre la hauteur au-dessus de la mer des lacs suisses et des lacs italiens.

<i>Lacs suisses.</i>		<i>Lacs italiens.</i>		<i>Différence.</i>
	Altitude au-dessus de la mer.		Altitude.	
Lac de Constance	398 ^m	Lac Majeur	197 ^m	201 ^m
Lac de Genève	375	» »	197	178
Lac de Lucerne	437	Lac de Como	213	224

Aux pieds du Simplon cette différence se trouve augmentée. La longueur de la vallée du Rhône du lac de Genève à Brigue étant plus grande que celle de la vallée de la Toce, du lac Majeur à Domo, et les pentes du thalweg de ces vallées étant à peu près les mêmes, il s'en suit que Brigue se trouve à 400 mètres au-dessus de Domo, ce qui nous oblige sur le versant sud d'établir un tracé de 20 kilomètres avec inclinaisons de 25 pour mille, tandis que cela nous permet d'atteindre sur le versant nord l'entrée du tunnel en restant dans des conditions de ligne de plaine.

DESCRIPTION DU TRACÉ.

1° *Plan.* (Pl. 1.) Le point de départ de notre tracé est sur le versant nord à la gare Gliss-Brigue, à la cote 740 mètres au-dessus de la mer, point choisi comme tête de ligne Sion-Brigue d'après le projet de M. de Muralt alors ingénieur divisionnaire de la ligne d'Italie.

Le projet de Muralt atteint cette hauteur sans dépasser le maximum de pente de 12 pour mille.

De la gare de Gliss-Brigue le projet contourne le pied de la Dent de Gliss (Glisshorn) pour aller traverser la Saltine près du pont Napoléon ; puis par un souterrain de 300 mètres il se trouve porté dans les gorges de la Saltine où il entre dans le grand tunnel des Alpes après avoir parcouru 2150 mètres dès son origine.

La longueur du tunnel des Alpes serait de 16 150 mètres en ligne droite, sortant dans la vallée de Gondo à 200 mètres en aval de la borne frontière entre la Suisse et l'Italie, où serait établie la station Gondo-Iselle.

De ce point sur le versant sud, jusqu'à Domo, 20 k. 740 mètres, la configuration du tracé serait identiquement celle décrite par M. Lommel, description que nous avons reproduite.

Le rayon minimum des courbes est de 300 mètres.

2° Profil en long. (Pl. N° 2.)

a) De la station Gliss-Brigue à la station Gondo-Iselle. (Longueur 18 kil. 300.)

De la gare Gliss-Brigue à la cote 740 par une rampe continue de 15 pour mille sur 2000 mètres, le tracé est porté à la cote 770 à 150 mètres en avant de la tête nord du tunnel. De là, la rampe est réduite à 8^m 70 pour mille sur 2300^m de longueur pour arriver à la cote 790 au dernier puits à Grund. Ce point se trouve à la même hauteur que la tête sud du tunnel qui débouche à la station Gondo-Iselle ; il en est distant de 14 kilomètres.

Ces 14 kilomètres sont divisés en deux plans inclinés vers les têtes du tunnel, ayant chacun 7 kil. de long et des inclinaisons de 0^m, 5 pour mille ; ce qui fixe le point culminant du passage à la cote 793^m 50.

Les conditions de pente et rampe sont groupées dans le tableau suivant :

	Longueur.	Rampe.	Pente.
1. De la gare Gliss-Brigue au kil. 2	2000	15 p. mille	—
2. Du kil. 2 au kil. 4, 300 ^m dernier puits	2300	8, 7 »	—
3. Du kil. 4,300 au kil. 11,300 ^m point culm.	7000	0, 5 »	—
4. Du kil. 11,300 au kil. 18,300 gare Gondo-Iselle	7000	— »	0, 5 p. mille.

De la gare de Brigue à la gare de Gondo = 18 k. 300^m

Inclinaison moyenne = 4,35 pour mille.

b) De la station de Gondo-Iselle à la gare Domo-d'Ossola. (Longueur 20 kil. 740^m.)

La station Gondo-Iselle se trouve au sortir du tunnel des Alpes à la cote 790. Le palier de la station n'a que 200^m de longueur mesuré sur la ligne ; mais on peut le prolonger à volonté en remontant la vallée de la Dovéria, de manière à établir en rebroussement toutes les installations nécessaires à une station où cesse la double traction.

Nous avons vu précédemment les raisons qui nous forcent d'adopter une pente continue de

25 pour mille sur le versant italien, dans le but de raccourcir le tunnel autant que possible, surtout du côté de l'Italie où l'on ne peut pas avoir recours au forage des puits.

La station de Gondo-Iselle à la sortie du tunnel est à la cote 790
La gare de Domo-d'Ossola » 284

Hauteur à franchir = 506

Ce qui exige à 25 pour mille une longueur de 20,240^m. Cette pente de 25 pour mille est interrompue par un palier de 300^m pour la station de Varzo à la cote 592,50.

De sorte que la plus grande longueur d'inclinaison continue à 25 pour mille est de kil. 12,340^m entre Varzo et Domo.

Les paliers et pentes sur le versant italien sont donc répartis comme suit :

	Longueur totale.	Longueur des paliers.	Longueur des pentes de 25 pour mille.
1. Station Gondo-Iselle	200	200	—
2. De Gondo à Varzo	7900	—	7900
3. Station de Varzo	300	300	—
4. De Varzo à Domo	12340	—	12340
	<u>20 740</u>	<u>500</u>	<u>20 240</u>

La pente moyenne est de 24^m 40 pour mille.

La longueur totale entre Brigue et Domo-d'Ossola est :

1. De la gare Gliss-Brigue à la gare Gondo = 18 kil. 300
2. De la gare Gondo à Domo-d'Ossola = 20 kil. 740

Longueur Brigue-Domo-d'Ossola = 39 kil. 040^m.

TUNNEL DES ALPES.

Description.

Ce tunnel, de 16 150^m de longueur en ligne droite, sauf une courbe de raccordement à la tête sud, se divise en deux parties distinctes par la manière dont il doit être attaqué.

La *première partie* (pl. 3 et 4), dont la longueur est de 2150 mètres, sera construite par les moyens ordinaires à l'aide de puits. C'est le trajet se trouvant en souterrain dans les gorges de la Saltine, entre la tête nord du tunnel et le dernier puits à Grund.

L'entrée nord du tunnel est à la cote 771,30.

Le tunnel au dernier puits à Grund à la cote 790,00.

L'inclinaison de la voie entre ces deux points est fixée à 8^m,70 pour mille, dans le but de se rapprocher autant que possible de la surface du sol à Grund, afin que la profondeur du puits à établir à ce point ne dépasse pas 280^m.

Entre la tête nord du tunnel et le puits vertical de Grund, on peut multiplier à volonté le

nombre des puits à établir depuis le fond des gorges de la Saltine, puits qui seraient inclinés et dont la profondeur varierait entre 40 et 280^m.

La *deuxième partie* est celle qui traverse le massif des Alpes et qui doit être percée sans puits au moyen des procédés employés au Mont-Cenis, sur une longueur de 14 000^m, entre le puits de Grund et la tête sud du tunnel, vers la borne frontière italo-suisse. Ces deux points extrêmes sont de niveau à la cote 790^m. Le centre de cette partie du tunnel qui sera le point culminant du passage et porté à la cote 793,50 pour faciliter l'écoulement des eaux. Comme au Mont-Cenis, le tunnel serait d'abord percé en ligne droite, et la courbe de raccordement à la tête sud serait reprise ensuite.

Conditions géologiques.

Le profil géologique du Simplon établi par M. l'ingénieur des mines Gerlach, chargé de dresser la carte géologique des Alpes pennines, indique que le tunnel des Alpes traversera successivement les formations suivantes à partir de la tête nord :

1^{re} partie, attaquée à l'aide de puits de la tête nord au puits de Grund.

300	mètres	schiste gris.
600	»	schiste calcaire gris.
300	»	schiste gris.
850	»	schiste calcaire gris.
50	»	gypse.
50	»	schiste calcaire gris.

2150 mètres.

2^e partie, attaquée sans le secours de puits, de Grund à la tête sud du tunnel.

550	mètres	gneiss.
100	»	schiste calcaire gris.
200	»	mica-schiste granatifère.
400	»	mica-schiste.
1000	»	schiste amphibolique.
250	»	mica-schiste.
150	»	gneiss.
200	»	mica schiste granatifère.
150	»	schiste amphibolique.
150	»	mica-schiste.
350	»	gneiss.
300	»	mica-schiste.
150	»	schiste calcaire gris.
600	»	mica-schiste.

A reporter 4,550 mètres

Report 4550 mètres

4650	»	gneiss.
750	»	mica-schiste.
200	»	gneiss.
100	»	schiste amphibolique.
200	»	gneiss.
100	»	schiste amphibolique.
250	»	gneiss.
100	»	calcaire, marbre.
250	»	gneiss.
150	»	calcaire, marbre.
150	»	schiste calcaire gris.
2550	»	gneiss.

14 000 mètres.

En groupant par nature de roche, nous avons :

Gneiss	9150 mètres.
Mica-schiste	2450 »
Mica-schiste granatifère . . .	400 »
Schiste amphibolique	1350 »
Schiste calcaire gris	1900 »
Schiste gris	600 »
Calcaire-marbre	250 »
Gypse	50 »

16 150 mètres.

Nous devons remarquer que la plupart des gneiss que l'on rencontre et dont nous avons les échantillons, se rapprochent plus du mica-schiste que du granit, et que, par conséquent, sous le rapport géologique, le Simplon présente des conditions favorables.

Mode et durée du percement.

La *première partie* du tunnel (long. 2150^m) devant être construite à la main, selon les anciens procédés, sera attaquée par la tête nord et par huit puits.

Le nombre, la position et la distance entre les puits sont déterminés de manière à ce que cette partie du tunnel soit achevée dans l'espace de deux ans, en ne supposant travailler à partir des puits que dans le sens de la rampe, pour ne pas être gêné par les eaux de filtration.

Nous prévoyons dans les puits un avancement de 0^m,50 par jour, et dans le tunnel, à partir des puits, de 0^m,70, soit 255^m par an. Ces chiffres sont loin d'être exagérés, vu le peu de profondeur des puits ; car l'avancement de 0^m,50 a été dépassée dans un des puits du Hauenstein. Quant à l'avancement de 0^m,70, c'est le chiffre généralement admis en Suisse pour les tunnels

dans les roches des Alpes ; c'est aussi celui atteint au Mont-Cenis dans les mêmes roches schisteuses, avant l'application des machines de perforation.

Mais nous devrions tenir compte des facilités particulières que présente la construction de cette partie du tunnel, où chaque puits, débouchant dans le lit de la Saltine, retrouve dans ce torrent toute la force motrice nécessaire pour pouvoir, à l'aide de turbines, extraire les matériaux, faire les épuisements d'eau, établir une bonne ventilation et un bon aérage par des machines soufflantes.

Les bonnes conditions dans lesquelles pourra travailler l'ouvrier auront certainement une influence favorable sur l'avancement qui dépassera nos prévisions.

La *deuxième partie* (long. 14 000^m) ne présente que deux points d'attaque, par la tête sud et par le puits de Grund.

A la tête sud, le torrent de la Dovéria fournit une chute d'eau suffisante pour l'application des procédés du Mont-Cenis. Au puits de Grund, point de réunion de trois vallons apportant chacun leur tribu de force d'eau, nous rencontrons les dispositions les plus heureuses pour l'installation des appareils.

Pour déterminer la durée du percement de cette partie, nous faisons abstraction des progrès continus qu'on fait au Mont-Cenis et qui permettent d'espérer des résultats encore meilleurs que ceux obtenus jusqu'ici ; mais nous prenons pour base le percement fait cette année, qui est de 1350^m, soit 1^m,85 par jour et par front d'attaque.

Ces chiffres étant posés, la *durée d'exécution* du tunnel des Alpes peut s'établir comme suit :

PREMIÈRE PARTIE. — Longueur 2150^m.

1. De la tête nord au puits n° 1.

Longueur du tunnel 300^m.

Durée en jours $\frac{300}{0,70} = 428,6$ jours = 1 an et 2 mois.

2. Du puits n° 1 au puits n° 2.

Longueur du puits n° 1 = 40^m.

Longueur du tunnel entre les puits = 300^m.

a) Durée du forage du puits = $\frac{40}{0,50} = 80$ jours.

b) Durée du percement du tunnel = $\frac{300}{0,70} = 428,6$ »

508,6 jours = 1 an, 4 mois, 23 jours.

3. Du puits n° 2 au puits n° 3.

Longueur du puits n° 2 = 50m.

Longueur du tunnel entre les puits n° 2 et n° 3 = 300m.

$$a) \text{ Durée du forage du puits n° 2} = \frac{50}{0,50} = 100 \text{ jours.}$$

$$b) \text{ Durée du percement du tunnel} = \frac{300}{0,70} = 428,6 \text{ »}$$

$$528,6 \text{ jours} = 1 \text{ an, 5 mois, 13 jours.}$$

4. Du puits n° 3 au puits n° 4.

Longueur du puits n° 3 = 117,50m.

Longueur du tunnel entre les puits = 200,00m.

$$a) \text{ Durée du forage du puits n° 3} = \frac{117,50}{0,50} = 235 \text{ jours.}$$

$$b) \text{ Durée du percement du tunnel} = \frac{200}{0,70} = 286 \text{ »}$$

$$521 \text{ jours} = 1 \text{ an, 5 mois, 6 jours.}$$

5. Du puits n° 4 au puits n° 5.

Longueur du puits n° 4 = 175m.

Longueur du tunnel entre les puits = 200m.

$$a) \text{ Durée du forage du puits n° 4} = \frac{175}{0,50} = 350 \text{ jours.}$$

$$b) \text{ Durée du percement du tunnel} = \frac{200}{0,70} = 286 \text{ »}$$

$$636 \text{ jours} = 1 \text{ an, 9 mois.}$$

6. Du puits n° 5 au puits n° 6.

Longueur du puits n° 5 = 150m.

Longueur du tunnel entre les puits = 250m.

$$a) \text{ Durée du forage du puits n° 5} = \frac{150}{50} = 300 \text{ jours.}$$

$$b) \text{ Durée du percement du tunnel} = \frac{250}{0,70} = 360 \text{ »}$$

$$660 \text{ jours} = 1 \text{ an, 9 mois, 25 jours.}$$

7. Du puits n° 6 au puits n° 7.

Longueur du puits n° 6 = 185^m.

Longueur du tunnel entre les puits = 250^m.

$$a) \text{ Durée du forage du puits n° 6} = \frac{185}{0,50} = 370 \text{ jours.}$$

$$b) \text{ Durée du percement du tunnel} = \frac{250}{0,70} = 360 \text{ »}$$

$$\frac{370 + 360}{730 \text{ jours} = 2 \text{ ans.}}$$

8. Du puits n° 7 au puits n° 8.

Longueur du puits n° 7 = 270^m.

Longueur du tunnel entre les puits = 175^m.

$$a) \text{ Durée du forage du puits n° 7} = \frac{270}{0,50} = 540 \text{ jours.}$$

$$b) \text{ Durée du percement du tunnel} = \frac{175}{0,70} = 250 \text{ »}$$

$$\frac{540 + 250}{790 \text{ jours} = 2 \text{ ans, 1 mois.}}$$

9. Du puits n° 8 au puits n° 9 à Grund.

Longueur du puits n° 8 = 270^m, comme le précédent.

Longueur du tunnel = 175^m » »

Durée totale du percement, comme le précédent = 2 ans, 1 mois.

Ces calculs nous prouvent que le nombre et la disposition des puits sont suffisants pour assurer la construction de cette partie du tunnel dans l'espace de 2 ans.

DEUXIÈME PARTIE. — Longueur 14,000^m.

Pendant les deux ans que durerait la construction de la 1^{re} partie du tunnel, la 1^{re} année sera consacrée à l'établissement des machines et au forage du puits n° 9 à Grund, d'une profondeur de 280^m. Le temps nécessaire à ce travail sera $\frac{280}{0,40} = 560$ jours, 1 an, 3 mois et $\frac{1}{4}$.

Après ce temps le tunnel sera attaqué par le puits et par la tête sud.

La première partie du tunnel devant être achevée au bout de deux ans, il n'y aura lieu d'extraire les matériaux et faire les épuisements d'eau verticalement par le puits que pendant les

9 premiers mois. Dès ce moment le puits de Grund ne servira qu'à l'introduction de l'air comprimé. C'est ce résultat important pour l'exécution des travaux qui nous a fait limiter à deux ans l'achèvement de la 1^{re} partie du tunnel.

La durée du percement du tunnel des Alpes qui est déterminée par la durée de percement du trajet de 14 kil., sans puits sera donnée par

$$\text{Percem. du tunnel} = \frac{14,080^m}{1,350^m} = 10,37 \text{ ans.}$$

A ajouter, le percement du puits

$$\begin{array}{r} \text{et l'installation des machines} = 1,25 \text{ »} \\ \hline \text{Total } 11,62 \text{ ans.} \end{array}$$

Soit onze ans et sept mois.

DURÉE DU PERCEMENT DU ST. GOTHARD.

Nous allons évaluer sous les mêmes hypothèses le temps nécessaire à la construction du tunnel de 14,800^m avec puits de 303^m du projet direct de Göschenen à Airolo des Ingénieurs Beckh et Gerwig.

Pendant la première année destinée à l'installation des machines aux têtes du tunnel, on travaillera au forage du puits qui est placé à 3,550^m de la tête nord. Après l'achèvement de ce travail on continuera d'attaquer le tunnel par les procédés ordinaires, dans le sens de la rampe, jusqu'à ce qu'on soit atteint par le percement mécanique à partir de la tête nord. Dans ce but, le point culminant du tunnel devrait être déplacé pour être porté à ce point de rencontre. Le percement mécanique atteindra le percement fait depuis le puits dans le temps suivant :

$$\text{Installation des machines} \quad 365 \text{ jours.}$$

$$\begin{array}{r} \text{Percement mécanique de 3,550}^m \text{ de la tête nord} = \frac{3550}{1,85} = 1,919 \text{ jours.} \\ \hline 2,284 \text{ jours.} \end{array}$$

$$\text{Pendant ce temps le forage du puits aura duré} \quad = \frac{303}{0,50} = 606 \text{ jours.}$$

$$\begin{array}{r} \text{et l'on aura travaillé dans le tunnel par le puits pendant} \quad 1,678 \text{ jours.} \\ \hline 2,284 \text{ jours,} \end{array}$$

pendant ces 1,678 jours on aura percé $1,678 \times 0,70 = 1,175^m$.

Ainsi au bout de 2,284 jours ce qui restera à percer du tunnel des Alpes sera :

$$\begin{array}{l} = 14,800 - 1,175 = (2 \times 3550) \\ = 6,525^m. \end{array}$$

pour le percement desquels on emploiera :

$$\frac{6,525}{3,70} = 1,764 \text{ jours.}$$

Le nombre total de jours nécessaires au percement du tunnel sera donc :

$$1,764 \times 2,284 = 4,048 \text{ jours.}$$

Soit onze ans et un mois.

Ainsi la différence entre la durée du percement du Simplon et du St. Gothard sera d'une demie année en faveur du St. Gothard.

ESTIMATION DE LA TRAVERSÉE DES ALPES DE BRIGUE A DOMO.

Longueur 39 kil. 040.

Nous avons le regret de ne pas pouvoir présenter une estimation complète et de devoir nous borner à des chiffres sommaires. Les données que nous possédons nous permettent bien de fixer avec sûreté les dispositions générales du projet, mais ne nous fournissent pas sur toute la longueur du tracé, notamment sur le versant italien, des cotes de nivellement assez rapprochées pour pouvoir établir une évaluation détaillée.

Nous croyons néanmoins arriver assez près de la vérité en nous appuyant sur les devis complets du projet du St. Gothard élaborés par les Ingénieurs Beckh et Gerwig. Nous appliquerons au Simplon les prix kilométriques obtenus pour le St. Gothard sur les trajets où la nature et la conformation du terrain présentent pour ces deux passages à peu près les mêmes difficultés et les mêmes conditions de construction.

L'erreur que nous commettrons ainsi sur les 23 kilomètres à ciel ouvert de notre tracé, ne peut modifier d'une manière importante les chiffres généraux auxquels nous arrivons.

Les différents prix kilométriques que nous rencontrons supposent le chemin construit pour double voie et comprennent les frais d'administration, étude, terrassements et ouvrages d'art; voie et clôture, gare, stations et matériel roulant; mais non le service des intérêts pendant la construction. Dans ces sommes figurent d'une manière constante les prix suivants :

	Francs.
Administration	10,000 par kilomètre,
Etude	2,500 » »
Voie de fer	38 par mètre courant de simple voie,
Cloture	1,400 par kilomètre,
Matériel roulant	44,000 » »

VERSANT NORD.

De la gare Gliss-Brigue à l'entrée nord du tunnel des Alpes. Longueur 2150^m.

Ce parcours peut être assimilé à celui de la section Erstfeld-Amsteg, dont le prix kilométrique est fixé à 365,474 francs.

Nous aurons donc à prévoir une dépense de

2 kil. 150 à 365,474 Fr. , . 785,770 Fr.

Somme à laquelle nous devons ajouter pour travaux d'art
en dehors de ce prix kilométrique.

1) Un pont sur la Saltine de 40^m d'ouverture . . . 300,000 Fr.

2) Un viaduc de 90^m d'ouverture et 12^m 50 de hauteur 450,000 Fr.

3) Un viaduc en tôle de cinq travées de 10^m chacune
et de 4^m de hauteur 200,000 Fr.

4) Un tunnel de 350^m à 1350 fr. le mètre courant. . 472,500 Fr.

Total 2,208,270 Fr.

TUNNEL DES ALPES.

Longueur 16,150^m.

L'estimation intéressante du tunnel des Alpes projeté au St. Gothard, faite par les experts Beckh et Gerwig, qui ont été admis à puiser leurs renseignements à la source la plus sûre, au Mont-Cenis, est sans contredit celle qui offre le plus de garantie d'exactitude; c'est le chiffre méritant le plus de confiance de tous ceux qui ont été posés à ce sujet. Aussi quoique nous ayons la conviction que les progrès réalisés dès lors au percement des Alpes rendent aujourd'hui ces prix un peu exagérés, nous n'hésitons pas à les appliquer entièrement, d'autant plus que par là notre comparaison sera plus exacte, puisque nous nous serons servi pour les deux passages *des mêmes poids et des mêmes mesures*.

1^{re} PARTIE DU TUNNEL ATTAQUÉE A L'AIDE DE PUIITS.

Longueur 2,150^m.

1^o *Frais généraux et divers.*

	Francs.	Francs.
1) Administration générale . .	2,15 ^m à 40,000 =	86,000
2) Etude	2,15 ^m à 10,000 =	21,500
3) Revêtement (s'il est nécessaire)	2,15 ^m à 9,000 =	19,350
4) Superstructure (double voie) .	2,15 ^m à 76,000 =	163,400
5) Entretien des voies	2,15 ^m à 12,500 =	26,875
6) Conduite d'air	2,15 ^m à 18,000 =	38,700
7) Tuyaux de gaz	2,15 ^m à 6,000 =	12,900
8) Matériel roulant	2,15 ^m à 44,000 =	94,600
	A transporter....	463,325

Report Fr. 463,325

2° Installations mécaniques au sommet des puits.

Ces frais varieront avec la profondeur de chaque puits; mais nous estimerons en moyenne par puits:

Turbine avec canal	Fr. 15,000
Pompe d'épuisement	» 10,000
Machine soufflante pour comprimer l'air	» 8,000
Installation et divers	» 12,000

Total par puits Fr. 45,000
Soit pour les 9 puits 405,000

3° Fonçage des puits.

Puits N°	Profondeur	Francs.		Francs.
1	40m	à 300 le mètre	=	12,000
» » 2	» 50m	à 300	» =	15,000
» » 3	» 117,50m	à 600	» =	70,500
» » 4	» 175m	à 800	» =	140,000
» » 5	» 150m	à 600	» =	90,000
» » 6	» 185m	à 800	» =	148,000
» » 7	» 270m	à 900	» =	243,000
» » 8	» 270m	à 900	» =	243,000
» » 9	» 280m	à 900	» =	252,000

1,213,500

4° Percement du tunnel.

Percement par les procédés ordinaires, 2,150m à 1610 fr. le mètre courant 3,461,500

Total pour la 1^{re} partie du tunnel 5,543,325

Soit par mètre courant Fr. 2,578.

II^e PARTIE DU TUNNEL A PERCER SANS LE SECOURS DE PUIITS.

Longueur 14,000m.

L'évaluation des travaux sur cette partie à percer selon les procédés du Mont-Cenis s'établit comme suit :

	Kil.	Francs.	Francs.
1) Administration générale	14 à	40,000 =	560,000
2) Etude	14 à	10,000 =	140,000
3) Expropriation des terrains pour deux chantiers à Grund et à Gondo-Paglino		=	24,360
4) Installation des ateliers mécaniques à Grund et à la tête sud du tunnel, chacun		2,200,000 =	4,400,000
5) <i>Percement du tunnel</i> dont le prix par mètre courant est établi comme suit :			
a) Frais d'extraction, transport, entretien des ma- chines		2,900	
Auxquels nous devons ajouter pour excédant de longueur de transport au Simplon sur le ver- sant nord de 2,150 ^m .			
Section 43 ^m par mètre courant à 4 fr.		172	
b) Deux conduits d'air en fonte de 0 ^m 20 de diamètre par mètre courant		18	
c) Tuyaux de gaz, par mètre courant		6	
d) Revêtement du tunnel (s'il est nécessaire), par mètre courant.		90	
Total par mètre courant		3,186	
14,000 ^m de tunnel à 3,186 fr.			44,604,000
6) Superstructure (double voie) 28,000 ^m à 38 fr.			1,064,000
Entretien et renouvellement 14,000 ^m à 25 fr.			350,000
7) Matériel roulant 14 kil. à 44,000 fr..			616,000

Total pour la 2^{me} partie du tunnel 51,758,360

Soit par mètre courant = 3,697 fr. 02

Récapitulation pour le tunnel des Alpes.

1^{re} Partie = Fr. 5,543,325

2^{me} » = Fr. 51,758,360

Total = Fr. 57,301,685

Soit par mètre courant = 3,548 fr. 09

VERSANT SUD.

Du tunnel des Alpes à Domo d'Ossola. — Longueur 20,740^m.

Relativement aux difficultés de construction le développement sur le versant Sud se sous-divise en trois sections :

1^o Du tunnel des Alpes à la station Varzo, longueur 8,100^m, trajet très difficile pour lequel nous adoptons le prix kilométrique le plus élevé du Gothard, soit de la section Wyler-Gæschenen de 1,047,934 fr. par kilomètre

$$8 \text{ kil. } 10 \times 1,047,934 = 8,488,265 \text{ 40}$$

2^o De Varzo kil. 26,4 à Crevola kil. 34,5, longueur 8,100^m qui se trouve dans des conditions identiques à celles de la section Amsteg-Wyler sur le Gothard estimée à 926,645 fr. par kil.

$$8 \text{ kil. } 10 \times 926,645 = 7,505,824 \text{ 50}$$

3) De Crevola, kil. 34,5 à Domo d'Ossola, longueur 4,540^m, pour laquelle nous appliquons le prix kilométrique du Gothard de Giornico à Bodio de 426,767 fr.

$$4 \text{ kil. } 54 \times 426,767 = 1,937,522 \text{ —}$$

$$\text{Total Fr. } 17,931,612 \text{ —}$$

Récapitulation.

I. Versant Nord.	Longueur 2 kil. 150	= Fr. 2,208,270
II. Tunnel des Alpes	» 16 » 150	= » 57,301,685
III. Versant Sud	» 20 » 740	= » 17,931,612
Total 39 kil. 040		= Fr. 77,441,567

Lignes des Abords du Simplon.

Les chemins de fer aujourd'hui en exploitation des deux côtés du Simplon exigent pour être reliées entre eux, outre la construction de la traversée des Alpes, Brigue-Domo, celle des parcours Sierre-Brigue et Domo-Arona. Ces lignes font partie de la concession de la Nouvelle Ce internationale d'Italie, nouvellement reconstituée par son fondateur M. le comte Adrien de La Vallette. Aujourd'hui ses efforts persévérants semblent être couronnés de succès et l'ouverture des abords du Simplon jusqu'aux pieds de la montagne paraît être assuré. Ces lignes seront provisoirement reliées à travers les Alpes par l'application du système Fell.

Par les soins des ingénieurs de cette C^e, les projets de ces lignes ont été dressés dans tous

leurs détails et sont prêts à être mis en exécution. Ces projets supposent le chemin construit à une seule voie. Voici le résumé des principales conditions techniques de ces lignes.

RACCORDEMENT AVEC LES CHEMINS DE FER SUISSES.

Sierre-Brigue.

Longueur 36 kil. 816.

De Sierre, tête de ligne actuelle des chemins de fer suisses, il reste à construire la voie jusqu'à Brigue, soit sur une longueur de 36 kil. 816.

Les conditions de pentes et de courbures de cette ligne suivant sur la plus grande longueur le thalweg de la vallée du Rhône sont identiques à celle de la partie exploitée du lac de Genève à Sierre.

Le minimum des rayons de courbure = 500^m.

Le maximum des inclinaisons = 12^m pour mille.

La pente moyenne est environ = 5 pour mille. Ces lignes se trouvent donc dans les meilleures conditions d'exploitation.

Estimation.

Nous extrayons du devis détaillé dressé par M. l'Ingénieur de Muralt les dépenses à prévoir pour la construction des sections Sierre-Loèche et Viège-Gliss-Brigue et du devis de M. l'Ingénieur Clo, les chiffres relatifs à la section-Loèche-Viège, parcours sur lequel le tracé doit suivre les nouveaux travaux de la correction du Rhône. Ces chiffres se résument comme suit :

1) Sierre-Loèche . . .	9 kil. 956 à 303,714 fr. par kil. =	3,023,780 Fr.
2) Loèche-Viège . . .	18 kil. 990 à 136,000 fr. » =	2,582,640 »
3) Viège-Gliss-Brigue . .	7 kil. 870 à 371,725 fr. » =	2,925,480 »
4) Parachèvement de la ligne existante Bouveret-Sierre		1,468,100 »

Total 10,000,000 Fr.

RACCORDEMENTS AVEC LES CHEMINS DE FER ITALIENS.

Domo-Arona.

Longueur 59 kil.

De Domo le tracé suit la plaine de la vallée de l'Ossola sur une longueur de 35 kil. jusqu'à Feriolo situé à la pointe que présente en cet endroit le lac Majeur.

Entre Domo et Feriolo la ligne rencontre sur son parcours les stations de Pie de Mulera,

Vogogne, Ornawasso et Gravelona. De Ferriolo elle longe la rive occidentale du lac Majeur sur 24 kilomètres, pour venir se raccorder aux chemins de fer italiens à Arona.

Ce trajet est projeté dans les mêmes conditions de pentes et de courbure que celles prévues sur le territoire suisse. De Domo à Pie de Mulera, soit sur 12 kil. les travaux sont achevés sauf la superstructure de la voie.

Remarquons que c'est à Gravelona distant de Domo de 31 kil. 5 que vient se souder au réseau de la ligne d'Italie la ligne Novare-Gozzano. L'embranchement Gravelona-Gozzano qui reste à construire de 23 kil. de longueur, suit la rive orientale du lac d'Orta et fait partie des concessions accordées à MM. Sandars et Liddel représentants d'une compagnie anglaise.

Estimation.

Il résulte des études faites par les ingénieurs de la C^{ie} les chiffres suivants :

1) Domo à Pie de Mulera	12 kil.	à parachever à Fr.	79,000 le kil.	=	948,000
2) Pie de Mulera à Ferriolo	23 kil.	à	» 280,000 »	=	6,440,000
3) Ferriolo à Arona	24 kil.	à	» 320,000 »	=	7,680,000

Total Fr. 15,068,000

Remarquons toutefois qu'en réduisant le rayon minimum des courbes de 600^m à 300^m ou 400^m, ainsi que l'ont admis les experts du St. Gothard pour les lignes de raccordement Fluelen-Zoug-Lucerne et Biasca-Camerlata, la dépense kilométrique le long du lac Majeur sur les 24 kil. de Ferriolo à Arona se réduit à Fr. 270,000. Cette appréciation résulte des études des ingénieurs de la Compagnie qui ont fait voir que l'emploi des rayons de 300^m permettant de n'attaquer aucune villa diminuerait considérablement les frais d'expropriation et d'indemnités ainsi que les frais de construction. L'économie qui en résulterait serait de Fr. 50,000 par kilomètre, soit 24 kil. à 50,000 fr. = 1,200,000 fr.

RÉCAPITULATION

des dépenses pour l'entier achèvement de la ligne Sierre-Arona.

1) Sierre-Brigue (Nord des Alpes)	36 kil. 816 à simple voie	=	10,000,000 fr.
2) Brigue-Domo (Traversée des Alpes)	39 » 040 à double voie	=	77,441,567 »
3) Domo-Arona (Sud des Alpes)	59 » à simple voie	=	15,068,000 »
	134 kil. 856		102,509,567 fr.

CHAPITRE II

COMPARAISON ENTRE LE SIMPLON ET LE ST. GOTHARD.

Quelque soit le passage que l'on considère, la lacune qui existe entre les chemins de fer italiens et les chemins de fer suisses à relier à travers les Alpes, se divise par la configuration du terrain en deux parties ainsi que nous l'avons vu pour le Simplon :

- 1° La traversée des Alpes proprement dite,
- 2° Les lignes de plaine ou des abords.

§ 1. La traversée des Alpes.

Les différents systèmes proposés pour la traversée des Alpes ont trouvé des défenseurs dans les partisans de chacun de ces passages ; aussi au St. Gothard comme au Simplon rencontre-t-on à côté des tracés bas, avec long tunnel, des tracés tels que les projets Blotnitzki, Wetli, Riggensbach-Zschokke, s'élevant par de fortes rampes et exigeant l'emploi d'un matériel spécial. Nous allons comparer entre elles les solutions semblables présentées pour le Simplon et pour le St. Gothard.

A) TRACÉ A FORTE RAMPE ET MATÉRIEL SPÉCIAL.

Pour chacune de ces montagnes il a été dressé plusieurs tracés à forte rampe, mais ils diffèrent peu les uns des autres sur le même passage, car la configuration du sol ramène tous ces tracés à des dispositions identiques. Aussi pour fixer les idées nous mettrons en présence pour le Simplon le projet Thouvenot, et pour le St. Gothard le projet Riggensbach-Zschokke.

A la vérité le matériel d'exploitation de M. Thouvenot diffère essentiellement de celui proposé par M. Riggensbach, puisque le système de ce dernier consiste en un troisième rail central à crémaillère, et locomotive avec roue motrice à engrenage ; cependant les conditions imposées au tracé par ces deux systèmes sont les mêmes sous le rapport des pentes qui sont fixées à 5 pour ‰, mais varient pour les rayons des courbes dont le minimum est fixé par M. Riggensbach à 300^m, tandis qu'il peut-être réduit à 100^m par le système Thouvenot.

Mais nous avons vu précédemment que pour faciliter la comparaison, nous avons dressé l'estimation du tracé Thouvenot sur les bases admises par M. Riggensbach.

Le tableau suivant résume la comparaison entre ces deux projets :

INDICATIONS	SIMPLON (projet Thouvenot.)	S ^t GOTHARD (projet Riggensbach.)
Longueur de la traversée des Alpes	Brigue-Domo 63 kil.	Fluelen-Biasca 104 kil. 76
Longueur à forte rampe de 5 p. ‰	Brigue-Iselle 45 »	Göschenen-Airolo 30 » 16
Longueur à rampe de 22 à 25 p. ‰	Iselle-Domo 18 »	74 » 60
Longueur du tunnel de faite	4,000 ^m	5,100 ^m
Altitude { Pieds des Alpes, Suisse	Brigue 730 ^m	Fluelen 438 ^m 50
au-dessus { Point culminant du passage	1,700 ^m	1,880 ^m
de la mer { Pieds des Alpes, Italie	Domo 280 ^m	Biasca 300 ^m
Hauteur à franchir sur le versant nord	970 ^m	1,441 ^m 50
Hauteur à franchir sur le versant sud	1,420 ^m	1,580 ^m
Estimation, pour double voie, non-compris les intérêts pendant la construction	Fr. 50,000,000	Fr. 89,500,000
Durée de la construction	4 ans	5 ans

De cette comparaison entre les tracés Thouvenot et Riggensbach on tire les conclusions suivantes :

1° La longueur de la traversée des Alpes est plus courte au Simplon qu'au St. Gothard de 41 kil. 76.

2° Le point culminant du passage est de 180^m plus bas au Simplon qu'au St. Gothard ; le tunnel de 1,000^m plus court, ce qui réduit d'un an la durée de la construction.

3° La somme des hauteurs à franchir sur les deux versants est pour le Simplon de 2390^m, et pour le St. Gothard de 3021,50 ; soit au Simplon 631^m, 50 de moins qu'au St. Gothard.

4° Tous ces avantages se traduisent par une différence dans les frais d'établissement en faveur du Simplon s'élevant aux chiffres de 39,500,000 francs.

Par contre le projet par le St. Gothard a 15 kil. de rampe de 5 pour ‰ de moins que celui du Simplon.

Si nous tenons compte de cette différence en augmentant de 15 kil. la longueur des fortes rampes au St. Gothard (entrant en cela dans les vues des auteurs du projet qui se réservaient une modification dans ce sens) la longueur totale du tracé Fluelen-Biasca serait réduite à 90 kilomètres et la dépense à environ 79 millions. Il resterait toujours à l'avantage du Simplon un parcours de 27 kil. et une différence de coût de 29 millions.

La supériorité du Simplon est donc bien établie pour la traversée des Alpes par un des systèmes à fortes rampes.

Nous allons voir que cette supériorité grandit encore pour les tracés à rampes de 25 à 30 pour mille.

B) TRACÉ AVEC RAMPE DE 25 A 30 POUR MILLE.

et matériel ordinaire de traction.

Pour le St. Gothard nous admettons le *projet principal des experts Beckh et Gerwig* appelé projet direct de Fluelen à Biasca par Göschenen, comme étant le plus favorable à ce passage. C'est aussi celui pour lequel penche le Comité du St. Gothard.

A ce projet correspondent au Simplon deux solutions selon que l'on considère l'altitude du passage, ou la longueur du tunnel des Alpes.

Ces deux projets sont : le *projet Clo-Venez* ou le *projet Jacquemin*, si l'on compare la hauteur au-dessus de la mer de l'entrée du tunnel ; ou notre *variante au projet Vauthier-Lommel* si l'on prend pour point de comparaison la longueur du tunnel des Alpes. Pour fixer les termes de comparaison d'une manière déterminée entre le Gothard et les projets Clo-Venez et Jacquemin, nous adoptons le projet Clo-Venez dont les conditions de construction et l'estimation coïncident mieux avec celles prévues par les experts du St. Gothard.

Toutefois dans notre examen nous ferons entrer en ligne de compte la substitution des rampes de 25 pour mille comme le propose M. Jacquemin, aux rampes de 30 pour mille sur le versant sud.

INDICATIONS	SIMPLON		ST GOTHARD projet direct Beckh-Gerwig.
	projet Clo-Venez	variante au projet Vauthier Lommel	
Longueur de la traversée des Alpes	Brigue-Domo 50 k. 900	Brigue-Domo 39 kil. 04	Fluelen-Biasca 97 k. 200
Longueur des lignes à double traction	Brigue-Domo 50 » 900	Gondo-Domo 20 » 74	Erstfeld-Bodio 81 » 40
Longueur des lignes à simple traction	Brigue-Domo 0,000	18 ^m 30	15 kil. 80
Longueur du tunnel des Alpes	12,200 ^m	16,150 ^m	14,800 ^m
Altitude au dessus de la mer	Pieds des Alpes, Suisse	S ^t Gliss-Brigue 725 ^m	S ^t Fluelen 438 ^m
	Tête nord du tunnel	1,068 ^m	1,110 ^m
	Point culminant du passage	1,071 ^m	1,162 ^m 50
	Tête sud du tunnel	1,011 ^m	1,155 ^m
	Pieds des Alpes, Italie	Domo-d'Ossola 284 ^m	Biasca 300 ^m
Hauteur à franchir sur le versant nord	346 ^m	53 ^m 50	724 ^m 50
Hauteur à franchir sur le versant sud	787 ^m	509 ^m 50	862 ^m 50
Maximum des rampes	30 p. mille	25 p. mille	25 p. mille
Minimum des rayons	300 ^m	300 ^m	300 ^m
Estimation du coût	73,820,000 Fr.	77,441,567 Fr.	108,289,754 Fr.
Durée de la construction	10 ans	11 ans 7 mois	11 ans et 1 mois

Nous groupons dans le tableau ci-dessus les éléments de comparaison, en faisant observer que nous appelons : *lignes à double traction*, celles sur le parcours desquelles on rencontre des inclinaisons variant entre 15 et 30 pour mille, nécessitant pour la traction d'un train ordinaire de marchandise l'emploi de deux machines locomotives ; et *lignes à simple traction* celles dont les rampes n'excèdent pas 15 pour mille ; que pour le St. Gothard nous faisons figurer les chiffres posés par les experts en tenant compte de l'influence du puits pour la construction du tunnel, sauf pour la durée de la construction qui est le chiffre que nous avons établi précédemment.

De ce tableau nous déduisons les deux comparaisons suivantes :

a) Comparaison entre le Simplon, projet Clo-Venez et le St. Gothard, projet Beckh-Gerwig.

Il résulte à l'avantage du Simplon que :

- 1° la traversée des Alpes est plus courte de 46 kil. 3 la longueur du parcours à double traction de 30 kil. 50 et celle du tunnel des Alpes de 2,600^m.
- 2° le point culminant du passage est de 91^m 50 plus bas.
- 3° la somme des hauteurs à franchir sur les deux versants est au Simplon de 1133^m et au St. Gothard de 1587^m ; par conséquent elle est en moindre au Simplon de 454^m.
- 4° le coût d'établissement est inférieur de 34,469,754 Fr.
- 5° la durée d'exécution réduite d'un an.

Nous avons au contraire à l'avantage du Gothard :

- 1° que le maximum des rampes est de 25 pour mille, tandis qu'il est fixé à 30 pour mille au Simplon sur le versant sud, soit sur une longueur de 25 kil. compris les paliers des stations.

Mais en admettant pour le Simplon, sur le versant sud des rampes de 25 pour mille au lieu de 30, conformément au tracé de M. Jacquemin, la hauteur à franchir de Domo à la tête sud du tunnel étant de 727^m, nous obtenons un développement de 29 kil. 700 au lieu de 25 kil., soit un allongement de la ligne de 4 kil. 700, ce qui augmenterait les frais de construction d'environ 4 millions.

Il résulte néanmoins pour le Simplon un raccourcissement dans la traversée des Alpes de 41 kil. 6 et une dépense moindre de 30 millions.

D'où nous concluons que : **le Simplon est incomparablement préférable au St. Gothard pour la traversée des Alpes par un tunnel à la cote de 1,100 à 1,000^m au-dessus de la mer.**

b) Comparaison entre le projet Beckh-Gerwig pour le St. Gothard et notre variante aux projets Vauthier-Lommel pour le Simplon.

Le tableau qui précède nous montre à l'avantage du Simplon que :

- 1° La longueur de la traversée des Alpes est de 58 kil. 16 plus courte.
- 2° La longueur des lignes à double traction est moindre de 60 kil. 66.
- 3° Le point culminant du passage est de 369^m plus bas.

4° La somme des hauteurs à franchir sur les deux versants est au Simplon de 563^m, tandis qu'elle est au St. Gothard de 1587^m, donc de 1,024^m moindre au Simplon qu'au St. Gothard.

5° Les frais de construction sont inférieurs de 30,848,187 fr.

Au contraire à l'avantage du St. Gothard que :

1° Le tunnel est plus court de 1,350^m.

2° La durée de la construction diffère de six mois.

Ces chiffres démontrent que le St. Gothard ne peut point supporter la comparaison avec le Simplon pour l'établissement d'une ligne basse ; les deux projets que nous venons d'examiner n'ayant guère de points de ressemblance que dans la longueur du tunnel des Alpes. Ce fait ressort d'une manière plus saillante si l'on jette un coup d'œil sur la planche V, où figurent superposés les profils en long de ces deux lignes.

Ainsi au Simplon, au moyen d'un tunnel de 16,150^m percé à la base de la montagne sur le versant suisse, on supprime réellement les Alpes, tandis que la montagne est conservée à moitié au St. Gothard, malgré un tunnel de 14,800^m.

Pour ce passage un projet analogue à celui du Simplon est impossible, car un tunnel à l'altitude de 790 à 800^m au-dessus de la mer dépasserait 30 kilomètres de longueur, et, alors même le tracé ne serait pas encore dans des conditions égales à celui du Simplon puisque la hauteur à franchir sur le versant nord de Fluelen à l'entrée du tunnel serait de 350^m, tandis que cette hauteur n'est que de 53^m au Simplon. Ce résultat est dû au développement de la vallée du Rhône qui permet de fixer la gare de Gliss-Brigue à la cote de 740^m, sans élever le maximum des rampes au-delà de 10 à 12 pour mille.

Ce sont ces dispositions particulièrement favorables offertes par la nature au Simplon, ne trouvant d'égales en aucun point de la chaîne des Alpes, qui feront de ce passage une ligne privilégiée satisfaisant mieux que toute autre l'ensemble des intérêts des nations placées des deux côtés des Alpes.

§ 2. Ligne des abords.

Nous avons précédemment donné un aperçu de ces lignes pour le Simplon. Pour le St. Gothard nous admettons le réseau principal proposé par les experts MM. Beckh et Gerwig soit au nord des Alpes la ligne Fluelen-Goldau-Zoug avec embranchement Goldau-Lucerne, et au sud des Alpes, la ligne Biasca-Giubiasco-Camerlata avec embranchement Giubiasco-Locarno. Les principales données sur ces lignes nous permettent de dresser le tableau comparatif suivant, dans lequel nous conservons aux dénominations de lignes à double traction ou simple traction la même signification que précédemment. Les estimations supposent le chemin construit à une seule voie et ne comprennent pas le service des intérêts pendant la construction.

Le tableau suivant nous montre que les accès du Simplon présentent sur ceux du St. Gothard la même supériorité, les mêmes facilités relatives que la traversée des Alpes elle-même : 63 kil.

96 de chemin de moins à construire, une dépense moins forte de 27,500,000 Fr., aucune forte rampe, tandis que sur les abords du Gothard 23 kilomètres nécessiteront une double traction.

INDICATIONS	SIMPLON	St GOTHARD
1° Longueur des lignes de raccordement :		
a) au nord des Alpes	Sierre-Brigue 36 kil. 816 ^m	Fluelen à Zoug, et à Lucerne 62 kil. 296
b) au sud des Alpes	Domo-Arona 59 >	Biasca à Locarno, et à Camerlata 97 kil. 48
total	95 kil. 816 ^m	total 159 kil. 776
2° Longueur des lignes à double traction :		
a) au nord des Alpes	0,00	0 kil. 00
b) au sud des Alpes	0,00	Giubiasco-Lugano 23 kil. 00
total	0,00	23 kil. 00
3° Estimation des frais de construction :		
a) au nord des Alpes	Sierre-Brigue 10,000,000 Fr.	Fluelen à Zoug, à Lucerne 20,518,934 Fr.
b) au sud des Alpes	Domo-Arona 15,068,000 >	Biasca à Locarno, à Camerlata 32,051,912 Fr.
total	25,068,000 Fr.	total 52,570,846 Fr.
4° Maximum des pentes et rampes :		
a) au nord des Alpes	12 pour ‰	15 pour ‰
b) au sud des Alpes	10 pour ‰	25 pour ‰
5° Minimum des rayons des courbes	500 ^m	300 ^m

§ 3. Résumé et Conclusion.

1° RÉSUMÉ DE LA COMPARAISON ENTRE LE SIMPLON ET LE ST. GOTHARD.

Nous terminons cette comparaison entre le Simplon et le St. Gothard sous le rapport technique en résumant les principales données obtenues jusqu'ici sur l'ensemble des réseaux à construire pour relier par ces deux passages les lignes suisses et italiennes actuellement livrées à l'exploitation des deux cotés des Alpes.

INDICATIONS.	SIMPLON	St GOTHARD
1° Longueur des lignes à construire		
a) traversée des Alpes	39 kil. 04	97 kil. 20
b) ligne des abords	95 kil. 816	159 kil. 776
total	134 kil. 856	256 kil. 976
2° Longueur des lignes à double traction		
a) traversée des Alpes	20 kil. 74	81 kil. 40
b) ligne des abords	0 kil. 00	23 kil. 00
total	20 kil. 74	104 kil. 40
3° Estimation des frais de construction		
a) traversée des Alpes	77,441,567 Fr.	103,289,754 Fr.
b) ligne des abords	25,068,000 »	52,570,846 »
total	102,509,567	160,860,600
4° Altitude du point culminant du passage	793 ^m 50	1,162 ^m 50
5° Longueur du tunnel des Alpes	16,150 ^m	14,800 ^m
6° Durée de la construction	11 ans 7 mois	11 ans 1 mois

2° CONCLUSIONS.

Les différences entre les chiffres placés en regard ci dessus sont une récapitulation des avantages techniques que présente le Simplon sur son rival le St. Gothard.

Elles nous montrent que :

Pour compléter le réseau du St. Gothard, il faut construire 122 kil. 12 de voie de plus qu'au Simplon, ce qui exige un capital plus grand de 58 millions, pour obtenir une ligne présentant en sus du Simplon 83,66 kilomètres de voie à double traction et dont le point culminant du passage des Alpes est de 369^m plus élevé.

CHAPITRE III

EXPLOITATION.

En abordant la seconde partie de ce travail, je ne prétends point établir le rendement futur des lignes que je considère. Ce travail difficile exige de nombreux renseignements statistiques, de profondes connaissances commerciales. Des hommes compétents se sont occupés de cette importante question, et nous avons la satisfaction d'avoir vu, par leurs études, se rapprocher les limites de l'incertitude qui régnait au sujet du trafic probable des chemins de fer des Alpes.

MM. Kohler, Schmidlin et Stoll, membres du comité du Saint-Gothard, évaluent pour ce passage le trafic à :

270 000 tonnes de marchandises ;
180 000 voyageurs.

M. Lommel, dans sa comparaison entre le Simplon, Saint-Gothard, Lukmanier, arrive aux chiffres suivants :

	Marchandises.	Voyageurs	Pièces de bétail.
Simplon	425 000	200 000	108 000
Saint-Gothard . .	315 000	200 000	80 000
Lukmanier	350 000	200 000	72 000

L'écart entre ces chiffres est de $\frac{1}{7}$, pour les marchandises et $\frac{1}{10}$ pour les voyageurs ; solution assez satisfaisante d'un problème aussi complexe.

Ces évaluations reposent sur la zone de trafic assignée à chacun de ces passages.

Si c'est à M. l'ingénieur Vauthier que revient l'honneur d'avoir le premier indiqué la base du Simplon, comme étant le point où l'on doit établir le tunnel, nous devons à M. Lommel d'avoir fait ressortir avec tant d'éclat les immenses conséquences commerciales qui dépendent de l'exécution de ce projet. Il a fait voir que le champ de trafic dévolu au Simplon entre le Mont-Cenis et le Saint-Gothard s'étend au nord des Alpes sur toute la surface comprise dans l'angle dont le sommet est au Simplon, et dont l'un des côtés se dirige sur Bâle et l'autre sur Lyon.

Pour déterminer ces limites, M. Lommel s'est servi de la méthode des équidistances modifiées de manière à tenir compte de l'influence des fortes rampes sur les frais d'exploitation, par l'addition aux longueurs réelles d'un surplus de parcours, correspondant à la hauteur franchie à forte rampe sur les différents passages. Il établit, à l'aide de données pratiques, que pour les chemins de fer à forte rampe, le surplus de coût pour l'élévation de 10 mètres équivaut à un parcours horizontal de 1 kilomètre.

Cette théorie, proclamée par le général Menabrea dans les chambres piémontaises, a été appliquée par l'ingénieur italien Antonini, chargé par la société Vanotti et Finardi des études des chemins de fer du Splügen et du Septimer.

Cet ingénieur, comparant les frais d'exploitation sur les lignes de plaines et de montagnes pour un trafic d'égale intensité, pose la formule générale :

$$X = \frac{S \frac{100}{p}}{s}$$

dans laquelle X = longueur en ligne de plaine, dont les frais d'exploitation correspondent à l'élévation de 100^m sur les fortes rampes

S = Frais d'exploitation par kil. sur forte rampe.

s = » » sur les lignes de plaine.

p = Inclinaison de la voie par kilomètre.

Introduisant dans cette formule les résultats d'observations faites sur l'exploitation des chemins de fer italiens, en admettant pour les chemins de fer des Alpes un trafic égal à celui de la ligne Gênes-Turin, M. Antonini pose :

$$S = 30\,000 \text{ fr.}$$

$$s = 12\,000$$

$$p = 25 \text{ pour mille,}$$

$$\text{d'où il déduit} \quad X = \frac{30\,000 \frac{100}{25}}{12\,000} = 10 \text{ kilomètres}$$

Résultat confirmant pleinement celui adopté par M. Lommel.

La simplification introduite par cette méthode a permis à M. Lommel de traiter la question d'une manière tout à fait générale et de comparer avec facilité la valeur commerciale de tous les passages des Alpes, du Mont-Cenis au Brenner, en assignant à chacun son rayon de trafic.

Le problème que je me pose est plus restreint, aussi croyons-nous le traiter d'une manière plus rigoureuse et surtout plus conforme aux idées émises par le comité du Saint-Gothard.

Le problème est celui-ci :

1^o Evaluer le prix de transport d'une tonne de marchandises de Bâle à Gênes et Milan par le Simplon et par le Saint-Gothard, en admettant pour le Simplon la variante que nous proposons, et pour le Saint-Gothard le projet des experts Beckh et Gerwig.

2^o Déterminer le temps nécessaire à un convoi pour parcourir les distances entre ces mêmes points par les deux passages.

Si nous nous bornons à comparer les prix de transport et les vitesses de Bâle à Gênes et à Milan, cela tient aux raisons suivantes :

La supériorité du Simplon pour les relations commerciales entre l'Italie et le nord de la France, objectif Paris, n'est contestée par personne. Elle est admise par le comité du Saint-Gothard lui-même, qui accorde au Simplon un avantage pour la direction Paris-Milan ; même en admettant pour ce passage le projet Lehaitre-Mondésir, tracé franchissant la montagne presque à son col.

Mais l'Italie paraissait moins rechercher l'établissement d'une communication rapide et éco-

nomique avec la France qu'avec l'Allemagne, et semblait plutôt patronner l'un des passages les plus orientaux, le Splügen ou le Lukmanier.

Le comité du Saint-Gothard, avec une profonde connaissance de cause, après une étude attentive du mouvement commercial, à l'aide des données statistiques les plus complètes, établit que Bâle, clef du bassin du Rhin, est la principale place de commerce allemand vers laquelle doit tendre les efforts de l'Italie.

Voici comment il s'exprime à cet égard :

« Le résultat auquel aboutit notre examen n'est pas d'accord avec les opinions exprimées en Italie, officiellement ou non, sur la question du chemin des Alpes. On y admet *a priori*, comme axiome, que l'intérêt du commerce italien exige une ligne qui conduise le plus directement possible au lac de Constance, et qu'il faut sacrifier à ce but exclusif toutes les autres considérations commerciales. Le lac de Constance apparaît aux Italiens comme une mer enchantée, où leur commerce maritime doit conquérir la Toison d'Or . . .

» Ceux qui habitent ce côté-ci des Alpes et qui voient les choses de plus près, s'expliquent difficilement comment, en Italie, on a pu en venir à choisir le lac de Constance comme point exclusif de la communication ferrée avec le nord. Car on sait trop bien que le trafic du territoire qui entoure ce lac ne peut peser du moindre poids dans la balance, quand il s'agit de résoudre la question qui nous occupe; puisque les habitants, sauf quelques rares exceptions, vivent exclusivement, soit de la culture de la terre, soit du passage des voyageurs et du transit des marchandises. On sait également que la nature du transit par le lac de Constance ne permet pas d'en attendre un riche aliment pour le chemin de fer des Alpes, beaucoup moins encore pour le commerce maritime de l'Italie. La Bavière présente, il est vrai, dans la direction du *Nord* et du *Nord-Est*, un territoire très étendu, mais où l'exploitation agricole prédomine dans une si grande proportion, que les manufactures qu'on y rencontre ressemblent à des oasis industrielles. On ne peut pas du tout espérer que le trafic de ces contrées agricoles imprimera un grand mouvement au chemin de fer. Les districts manufacturiers de Thuringe, de Saxe et de Prusse, situés au delà de la Bavière, sont déjà si loin de l'Italie que cette distance géographique présente par elle-même un obstacle naturel à un grand développement de trafic entre ces districts et la Péninsule . . .

» Vers le *Nord-Ouest*, la production industrielle présenterait, il est vrai, à la voie de fer et au commerce maritime italien de plus riantes perspectives; mais le trafic des districts commerciaux et manufacturiers situés dans cette direction, le trafic d'outre-mer surtout, est si ardemment sollicité par d'autres lignes concurrentes, que l'Italie ne peut l'emporter sur elles qu'en se rapprochant de ces districts par la voie la plus courte. Or le plus droit chemin d'Italie vers les régions du nord-ouest, n'est pas celui du Lukmanier et du lac de Constance, c'est la voie du Gothard et de *Bâle*. »

Plus loin, après avoir démontré que les fers des pays rhénans, les houilles et les cokes du bassin de la Sarre deviendront des éléments de trafic du chemin de fer des Alpes, qui permettra à ces produits de lutter avec la concurrence anglaise sur les places d'Italie, il conclut :

« Qu'à raison de leur importance industrielle et commerciale, les pays rhénans doivent être un des premiers buts du chemin des Alpes suisses, au point de vue du commerce spécial de l'Italie et de son commerce d'outre-mer. »

Aussi, dans l'évaluation à 270 000 tonnes de marchandises du trafic du Saint-Gothard, figure déjà pour 100 000 tonnes de houilles et de cokes tirés des pays rhénans. C'est ce qui leur fait dire « que la ligne Bâle-Olten peut être considérée, à certains égards, comme la première section de la future artère centrale du nord au sud. »

La place de Bâle est donc le point forcé de transit de la plus grande partie du trafic de mar-

chandises entre l'Allemagne et l'Italie, et par conséquent le passage qui commande cette place satisfait pleinement les relations commerciales entre ces deux pays. Or nous allons établir que ce passage n'est pas le Gothard, mais bien le Simplon.

En Italie, nous prenons pour point de départ Gênes et Milan. Gênes à cause de l'importance de son port, appelé à faire concurrence à celui de Marseille ; Milan, comme point de rencontre des lignes du Gothard et du Simplon pour la direction Bologne-Brindisi-Suez.

Dans l'itinéraire que nous suivrons, nous ne nous en tenons qu'aux lignes concédées et qui seules ont la chance d'être construites. Par conséquent pour le Saint-Gothard nous admettons les lignes projetées par le comité du Gothard lui-même, savoir : la ligne Fluelen-Biasca-Lugano-Camerlata, dont le comité vient de s'assurer une partie des concessions. Pour le Simplon, nous examinerons en outre l'influence de la ligne du Jura bernois, Bâle-Délémont-Bienne.

Nous ne baserons point l'évaluation des prix de transport des marchandises sur les tarifs existants ; tarifs purement conventionnels et nullement en rapport avec les bénéfices qu'ils procurent aux différentes compagnies, et que ces compagnies, dans leur propre intérêt, se voient tous les jours forcées de modifier par des tarifs spéciaux ou différentiels. Nous chercherons, au contraire, quel est le prix de revient du transport d'une tonne de marchandises de Bâle à Gênes ou Milan par le Simplon et par le Saint-Gothard, à l'ensemble des compagnies dont on doit emprunter les lignes. — Ces prix établissent la limite de la concurrence entre ces deux passages, puisqu'ils représentent la dernière limite à laquelle ces lignes rivales peuvent abaisser leurs tarifs sans transporter avec perte.

Pour déterminer ces prix, nous nous appuyons exclusivement sur les chiffres posés par le comité du Saint-Gothard lui-même et sur les comptes-rendus de la compagnie du chemin de fer du Nord-Est-Suisse.

Les frais d'exploitation d'un chemin de fer se divisent en deux rubriques bien distinctes :

1^o Les frais que l'on peut regarder comme constants, c'est-à-dire qui varient dans de faibles limites avec l'intensité du trafic.

2^o Les frais qui sont proportionnels à l'importance du trafic, soit aux charges brutes transportées.

Nous évaluerons le prix de transport d'une tonne utile sous les deux hypothèses suivantes :

a) En tenant compte de tous les frais d'exploitation ;

b) En ne tenant compte que des frais proportionnels aux charges transportées.

**Calcul du prix de revient du transport d'une tonne de marchandises de BALE à GÈNES et de
BALE à MILAN, par le Saint-Gothard et par le Simplon.**

I. PAR LE SAINT-GOTHARD.

**1^o EVALUATION DU PRIX DE REVIENT DE LA TONNE-KILOMÈTRE SUR LA LIGNE
LUCERNE-CAMERLATA.**

Le comité commercial du Saint Gothard sous-divise cette ligne en trois sections par rapport aux frais d'exploitation.

La *première section* est la ligne au nord des Alpes : Fluelen-Zoug et Lucerne.

La *deuxième section* est la traversée des Alpes : Fluelen-Biasca.

La *troisième section* sont les abords italiens : Biasca-Camerlata et Locarno.

Les frais kilométriques d'exploitation sur ces trois sections sont évalués comme suit :

	1 ^{re} section.	2 ^e section.	3 ^e section.
Administration générale	Fr. 1 000	1 000	1 000
Surveillance et entretien de la voie	» 3 100	6 100	4 400
Service d'expédition	» 4 000	3 000	4 000
» de la traction	» 8 000	16 000	9 500
Total par kilomètre, Fr.	16 100	26 100	18 900

dans la supposition d'un trafic moyen sur tout le réseau de :

180 000 voyageurs

et 270 000 tonnes de marchandises.

Pour obtenir la charge brute à remorquer correspondante à ce trafic, le comité du Gothard admet :

Pour chaque voyageur 0,5 tonne de poids du waggon,

et ajoute 0,1 » soit deux quintaux pour le poids d'un voyageur et son bagage.

Conséquemment on doit transporter une charge brute de 0,6 tonne par voyageur.

Pour les *marchandises*, la charge utile admise par essieu est de 35 quintaux et le poids du waggon par essieu de 45 quintaux, de sorte que la charge totale remorquée par tonne de marchandises est fixée à :

$$\frac{35 + 45}{35} \text{ quintaux} = \frac{4}{1,75} \text{ tonnes} = 2,3 \text{ tonnes.}$$

Par suite, la charge brute totale transportée pour le trafic prévu sera :

Voyageurs . . . 180 000 × 0,6 = 108 000 tonnes

Marchandises . . 270 000 × 2,3 = 621 000 »

Total = 729 000 tonnes.

Si nous réduisons cette charge totale brute en marchandises, soit en tonnes utiles, nous aurons :

$$\frac{729\,000}{2,3} = 318\,000 \text{ tonnes utiles.}$$

Ces chiffres étant posés, nous allons évaluer les frais kilométriques de transport sous les deux hypothèses prévues :

a) *En tenant compte de tous les frais d'exploitation.*

La longueur des lignes à parcourir de Lucerne à Camerlata se rangent dans les différentes sections comme suit :

1 ^{re} section.	2 ^e section.	3 ^e section.
Lucerne-Fluelen,	Fluelen-Biasca,	Biasca-Camerlata,
Long. 46,80 kil.	Long. = 97,20 kil.	Long. = 79,88 kil.
Dépense d'exploitation		
par kilom. . . . 16 000 fr.	26 100 fr.	18 900 fr.

Sur le parcours Lucerne-Camerlata, la dépense kilométrique moyenne résulte du calcul suivant :

1 ^{re} section	46,80 kil.	×	16 000 fr.	=	753 480 fr.
2 ^e »	97,20 »	×	26 100 »	=	2 536 920 »
3 ^e »	79,88 »	×	18 900 »	=	1 509 732 »
	223,88 kil.	×	21 440 fr.	=	4 800 132 fr.

Soit 21 440 fr. par kilomètre, pour le transport de 318 000 tonnes utiles, ce qui donne pour prix du transport de la tonne-kilomètre = $\frac{21\,440}{318\,000} = \text{fr. } 0,0674$.

b) *En ne tenant compte que des frais proportionnels aux charges transportées.*

Dans ces frais figurent les frais du service de la traction, compris l'entretien du matériel roulant et les frais d'entretien de la partie métallique de la voie. Ces frais sont estimés, par le comité du Saint-Gothard, à :

1 ^{re} section.	2 ^e section.	3 ^e section.
Fluelen-Lucerne,	Fluelen-Biasca,	Biasca-Camerlata,
Long. = 46,80 kil.	Long. = 97,20 kil.	Long. 79,88 kil.
Voie = 700 fr.	2 300 fr.	1 500 fr.
Traction = 8 000 »	16 000 »	9 500 »
Par kil. . . . 8 700 fr.	18 300 fr.	11 000 fr.

La dépense moyenne kilométrique sera déterminée de la manière suivante :

1 ^{re} section	46,80 kil.	à 8700 fr.	= 407160 fr.
2 ^e »	97,20 »	18300 »	= 1778760 »
3 ^e »	79,88 »	11000 »	= 877680 »
		223,88 kil.	à 13684 fr. = 3063600 fr.

Soit dépense moyenne kilométrique 13684 fr., somme que coûte le transport de 318 000 tonnes utiles, ce qui fixe le prix de la tonne-kilomètre à = fr. 0,04303.

2^o EVALUATION DU PRIX DE REVIENT DE LA TONNE-KILOMÈTRE SUR LE PARCOURS DES LIGNES EXISTANTES.

Pour le reste du parcours entre Bâle-Gênes et Milan, nous adopterons le prix de revient de transport de la compagnie des chemins de fer du *Nord-Est-Suisse*, sauf pour les fortes rampes que l'on rencontre entre Olten et Sissach et la rampe de Ponte-Decimo à Busalla aux Apennins, pour lesquelles nous appliquerons les prix de 0 fr. 06 et 0 fr. 04 par tonne-kilomètre. Manquant de données pour déterminer avec précision ces chiffres pour ces courts tronçons, l'erreur que nous commettrons n'a aucune influence sur la comparaison que nous nous proposons ; puisque ces deux trajets doivent être parcourus dans les deux directions Simplon ou Saint-Gothard.

Si nous choisissons la ligne du Nord-Est-Suisse pour établir le prix de transport de la tonne-kilomètre pour les lignes de plaine suisses et italiennes, c'est parce que nous rencontrons sur cette ligne à peu près le même tonnage que celui admis pour le passage des Alpes.

Il résulte du compte-rendu de 1867 de la compagnie des chemins de fer du Nord-Est-Suisse que, répartis sur tout le réseau, cette compagnie a transporté :

Voyageurs	=	252347	
Effets	=	28136 quintaux	= 1407 tonnes
Marchandises	=	3610056 »	= 180502 »
			181901 tonnes
			Chiffre rond = 182000 tonnes

La charge brute correspondante s'obtient comme suit :

1^o *Par voyageur*. Le poids des waggon du Nord-Est est par essieu de 60 quintaux ; il y a en moyenne par essieu 5,75 personnes, pesant, bagage compris, 2 quintaux par personnes, ce qui fait :

$$\text{Par voyageur poids brut} = \frac{60}{5,75} + 2 \text{ quintaux} = 12,43 \text{ quintaux} = 0,62 \text{ tonne.}$$

2^o *Marchandises*. La charge moyenne utile par essieu est de 25 quintaux et le poids des waggon par essieu 50 quintaux, en sorte que le rapport de la charge brute à la tonne utile est de $\frac{25 + 50}{25} = 3$.

Ainsi les charges brutes transportées par le Nord-Est sont :

$$\begin{array}{rcl} \text{Voyageurs} & . & 252347 \times 0,62 = 156455 \text{ tonnes} \\ \text{Marchandises} & 182000 \times 3 & = 546000 \text{ »} \\ & & \hline & & 702455 \text{ tonnes} \end{array}$$

Transformant ce poids en marchandises ou tonnes utiles, en admettant pour les lignes de plaine la même amélioration du matériel roulant que pour le Saint-Gothard, et par suite le même rapport de la charge brute à la charge utile 2,3, nous aurons :

$$\text{Tonnes utiles} = \frac{702455}{2,3} = 305411$$

Les prix de la tonne-kilomètre s'établissent donc, sous nos deux hypothèses, de la manière suivante :

a) *En tenant compte de tous les frais d'exploitation.*

La dépense kilométrique pour tous les frais d'exploitation du Nord-Est est de 13109 fr.

Pour transporter 305411 tonnes, il en résulte un prix de revient de la tonne-kilomètre = 0 fr. 0429.

b) *En ne tenant compte que des frais proportionnels aux charges transportées.*

Les dépenses kilométriques de cette nature sont :

$$\begin{array}{rcl} \text{Service de la traction} & = & 5837 \text{ fr. } 77 \text{ d'après le compte-rendu de 1867} \\ \text{Voie} & . & . & . & = & 600 \text{ » } 00 \text{ admis par nous.} \end{array}$$

La dépense est de 6437 fr. 77 pour transporter 305411 tonnes utiles, donc le transport de la tonne-kilomètre revient à 0 fr. 02108.

A l'aide des prix élémentaires que nous venons d'obtenir, nous établirons les prix de transports entre les points considérés. Pour les lignes existantes, les distances sont puisées dans les tarifs de ces lignes, et pour les lignes projetées ce sont les longueurs admises pour ces trajets. — Pour la ligne directe Milan-Gênes projetée par Voghera et Pavie, nous nous servons de la distance indiquée par les ingénieurs italiens Vanotti et Finardi, auteurs du projet du Splügen et Septimer.

1° DE BALE A MILAN.

a) *En tenant compte de tous les frais d'exploitation.*

	Distance en kilomètre.	Prix de la tonne-kilomètre.	Produit.
Bâle-Sissach	22,00 kil.	0,0429	0 fr. 944
Sissach-Olten	19,00 »	0,0600	1 » 140
Olten-Lucerne	55,00 »	0,0429	2 » 360
Lucerne-Carmerlata	223,88 »	0,0675	15 » 090
Carmerlata-Milan	45,00 »	0,0429	1 » 930
	<u>364,88 kil.</u>		<u>21 fr. 464</u>

Prix de transport d'une tonne de Bâle à Milan = 21 fr. 465.

b) *En ne tenant compte que des frais proportionnels aux charges transportées.*

	Distance en kilomètres.	Prix de la tonne kilomètre.	Produit.
Bâle-Sissach	22,00 kil.	0,02108	0 fr. 464
Sissach Olten	19,00 »	0,0400	0 » 760
Olten-Lucerne	55,00 »	0,02108	1 » 159
Lucerne-Camerlata	223,88 »	0,04303	9 » 634
Camerlata-Milan	45,00 »	0,02108	0 » 949
	<hr/> 364,88 kil.		<hr/> 12 fr. 966

Prix de transport de Bâle à Milan = fr. 12,97.

2° DE BALE A GÈNES.

a) *En tenant compte de tous les frais d'exploitation.*

De Bâle à Milan, comme précédemment	Fr. 21,460
De Milan à Gênes :	
Ligne de plaine: 140 kil. à 0,0429	» 6,006
» à forte rampe (Apennins): 10 kil. à 0,0600	» 0,600
	<hr/>
Prix de transport d'une tonne de Bâle à Gênes	Fr. 28,27

b) *En ne tenant compte que des frais proportionnels aux charges transportées.*

De Bâle à Milan, comme précédemment	Fr. 12,97
De Milan à Gênes :	
Ligne de plaine : 140 kil. à 0,02108	» 2,951
» à forte rampe (Apennins): 10 kil. à 0,04	» 0,40
	<hr/>
Prix de transport d'une tonne de Bâle à Gênes	Fr. 16,32

II. PAR LE SIMPLON.

1° EVALUATION DU PRIX D'UNE TONNE-KILOMÈTRE SUR LA LIGNE BRIGUE-DOMO-D'OSSOLA.

L'importance du trafic a une influence favorable sur les prix de transport, et, pour être juste, nous devrions tenir compte au Simplon de sa plus grande zone de trafic ; néanmoins nous adoptons pour ce passage les mêmes prévisions que pour le Saint-Gothard, soit :

Voyageurs = 180 000

Marchandises = 270 000

correspondant à une charge brute remorquée de 729 000 tonnes, qui, réduites en charges utiles, représentent 318 000 tonnes utiles.

Aussi nous pouvons déduire les frais d'exploitation de ceux admis pour le Saint-Gothard sur les parcours qui présentent des profils en long semblables.

Cela nous conduit à sous-diviser le trajet Brigue-Domo en deux sections:

La *première section*, Brigue-Gondo, dont les inclinaisons ne dépassent pas 15 pour mille, comme la première section du Saint-Gothard.

La *deuxième section*, Gondo-Domo, ayant des pentes presque continues de 25 pour mille, analogue à la deuxième section, Fluelen-Biasca, du Saint-Gothard.

Il s'en suit que pour ces deux sections les frais d'exploitation seront calqués sur ceux des deux premières sections du Saint-Gothard. Cependant, pour la première section nous croyons devoir faire une petite modification, en ajoutant pour le Simplon, à la rubrique surveillance, 400 fr. pour le gardiennage de la voie à cause de la partie en tunnel; par contre, nous devons réduire à 3000 fr. le service d'expédition, vu l'absence totale du trafic local sur cette section.

Les frais d'exploitation sont donc arrêtés à :

	1 ^{re} section.	2 ^e section.
Administration	Fr. 1000	Fr. 1000
Surveillance et entretien de la voie »	3500	6100
Service d'expédition	» 3000	» 3000
» de traction	» 8000	» 16000
	<hr/>	<hr/>
Par kilomètre,	Fr. 15500	Fr. 26100

A l'aide de ces données, nous déterminons les prix de transport dans nos deux hypothèses :

a) *En tenant compte de tous les frais d'exploitation.*

Nous avons :

	1 ^{re} section. Brigue-Gondo Long. 18,30 kil.	2 ^e section. Gondo-Domo-d'Ossola Long. 20,74 kil.
Frais d'exploitation par kilomètre	15500 fr.	26100 fr.

Cherchant la dépense kilométrique moyenne :

1 ^{re} section	18,30 kil. × 15500 fr. = 283650
2 ^e »	20,74 » × 26100 » = 541314
	<hr/>
	39,04 kil. × 21131 fr. = 824964

nous trouvons 21131 fr. pour transporter 318000 tonnes utiles, ce qui porte le *prix de transport de la tonne utile* à fr. 0,06645.

b) *En ne tenant compte que des frais proportionnels aux charges transportées.*

Ces frais sont :

	1 ^{re} section.	2 ^e section.
	Brigue-Gondo	Gondo-Domo
	Long. 18,30 kil.	20,74 kil.
Voie . . .	700 fr.	2 300 fr.
Traction . .	8000 »	16 000 »
Par kilomètre	8700 fr.	18 300 fr.

La dépense kilométrique moyenne s'obtient comme suit :

$$\begin{array}{rcl}
 1^{\text{re}} \text{ section } 18,30 \text{ kil.} & \times & 8700 = 159210 \text{ fr.} \\
 2^{\text{e}} \text{ » } 20,74 \text{ »} & \times & 18300 = 379542 \text{ »} \\
 \hline
 39,04 \text{ kil.} & \text{à} & 538752 \text{ fr.}
 \end{array}$$

$$\text{d'où dépense moyenne kilométrique} = \frac{538752}{39,04} = 13800 \text{ fr.}$$

pour le transport de 318 000 tonnes utiles :

Donc le *prix de transport de la tonne-utile* = fr. 0,0434.

2^o EVALUATION DU PRIX DE REVIENT DE LA TONNE-KILOMÈTRE SUR LES LIGNES DE PLAINE.

Nous admettons pour ces lignes les mêmes prix que ceux admis pour le Gothard, prix basés sur le résultat du Nord-Est suisse. Ces prix sont :

Pour les lignes de plaine :

a) En tenant compte de tous les frais d'exploitation,

Prix par tonne-kilomètre = 0,0429.

b) En ne tenant compte que des frais proportionnels aux charges transportées,

Prix par tonne-kilomètre = 0,02108.

Nous avons en outre pour les tronçons à forte rampe, Sissach-Olten et Busalla-Ponte-Decimo :

a) En tenant compte de tous les frais d'exploitation,

Prix par tonne-kilomètre = 0,06 ;

b) En ne tenant compte que des frais proportionnels aux charges transportées,

Prix par tonne-kilomètre = 0,04.

Mais nous devons remarquer à cet égard que les prix élémentaires du Nord-Est suisse sont défavorables au Simplon ; car la ligne qui y aboutit suit la pente douce de la vallée du Rhône et se trouve par conséquent dans des conditions d'exploitation bien plus favorables que celle du Nord-Est suisse, dont le profil en long est bien plus accentué.

Il suffit, pour s'en convaincre, de jeter un coup d'œil sur le compte-rendu de 1867 de l'administrateur de la ligne d'Italie, M. l'ingénieur Murali, qui est parvenu à réduire les frais kilométriques d'exploitation sur cette ligne au chiffre inouï de 5000 fr. par kilomètre pour un mou-

vement régulier de six trains par jour, résultat qui a valu à cet habile administrateur les éloges mérités que lui ont donnés divers journaux suisses.

La ligne de l'Ouest-Suisse et du Franco-Suisse se tenant sur la plus grande partie de leur parcours au niveau des lacs de Genève ou de Neuchâtel, sont aussi d'une exploitation plus facile que la ligne du Nord-Est.

Ainsi en adoptant les prix ci-haut, le résultat favorable au Simplon, auquel nous arrivons, n'en aura que plus de valeur.

Pour ce passage, nous établissons les prix de transport de Bâle à Gênes et à Milan, via Bienne-Olten.

1° DE BALE A MILAN.

a) *En tenant compte de tous les frais d'exploitation.*

	Distance.	Prix de la tonne-kilomètre.	Produit.
Bâle-Sissach . . .	22,00 kil.	0,0429	0,944
Sissach-Olten . . .	19,00 »	0,06	1,140
Olten-Bienne . . .	65,00 »	0,0429	2,789
Bienne-Brigue . . .	252,00 »	0,0429	10,811
Brigue-Domo . . .	39,04	0,06645	2,594
Total Bâle-Domo,			18,278
Domo-Arona . . .	59,00 »	0,0429	2,531
Arona-Milan . . .	67,00 »	0,0429	2,874

Coût du transport d'une tonne de Bâle à Milan, = Fr. 23,683

b) *En ne tenant compte que des frais proportionnels aux charges transportées.*

	Distance.	Prix de la tonne-kilomètre.	Produit.
Bâle-Sissach . . .	22,00 kil.	0,02108	0,464
Sissach-Olten . . .	19,00 »	0,04	0,760
Olten-Bienne . . .	65,00 »	0,02108	1,370
Bienne-Brigue . . .	252,00 »	0,02108	5,312
Brigue-Domo . . .	39,04 »	0,0434	1,694
Total Bâle-Domo,			9,600
Domo-Arona . . .	59, »	0,02108	1,244
Arona-Milan . . .	67,00 »	0,02108	1,412

Coût du transport d'une tonne de Bâle à Milan = Fr. 12,26

2° DE BÂLE A GÈNES.

a) *En tenant compte de tous les frais d'exploitation.*

Bâle-Domo, comme ci-haut	Fr. 18,278
Domo-Gozzano 54 kil. à 0,0429	» 2,317
Gozzano-Gênes :	
En plaine 167 » 0,0429	» 7,164
(Apennins) forte rampe . . 10 » 0,06	» 0,60
<hr/>	
Coût du transport d'une tonne de Bâle à Gênes =	Fr. 28,36

b) *En ne tenant compte que des frais proportionnels aux charges transportées.*

Bâle-Domo, comme précédemment	Fr. 9,60
Domo-Gozzano 54 kil. à 0,02108	» 1,138
Gozzano-Gênes :	
En plaine 167 » 0,02108	» 3,520
(Apennins) forte rampe . . 10 » 0,04	» 0,40
<hr/>	
Coût du transport d'une tonne de Bâle à Gênes =	Fr. 14,66

Influence de la ligne projetée Bâle-Délémont-Bienne par le Jura bernois.

Nous devons examiner ici l'influence qu'est appelée à exercer en faveur du Simplon la ligne Bâle-Délémont-Bienne, qui fait partie du réseau des chemins de fer du Jura bernois ; réseau pour lequel le canton de Berne a décrété une subvention de 6 950 000 fr., non compris les subventions offertes par les communes intéressées. Il n'est donc plus permis de douter de la création de cette ligne.

Ce fait est d'une haute importance pour le Simplon, moins par les avantages qu'il lui procure sous le rapport de l'exploitation que parce qu'il pourrait le dispenser, à un moment donné, d'être obligé d'emprunter la ligne du Central-Suisse. En effet, dans le cas où cette compagnie, qui participe pour de fortes sommes à la construction du Saint-Gothard, aurait intérêt à soutenir la concurrence de ce dernier passage contre le Simplon, la ligne Bienne-Délémont-Bâle deviendrait la seule artère du Simplon dans la direction de l'Allemagne.

La longueur de la ligne projetée Bâle-Bienne-Délémont est de 88 kilomètres, tandis que la distance de Bâle à Bienne par Olten est de 106 kilomètres.

La ligne du Jura bernois réduirait donc la distance Bâle-Bienne de 18 kilomètres ; mais elle présente des conditions de pentes et rampes un peu moins favorables que celles par le Hauens-
tein.

Aussi les différents ingénieurs et experts qui ont présidé aux études de ce chemin de fer ont établi que, sous le rapport des frais de traction, les conditions de transport de Bâle à Bienne seraient les mêmes par Olten et par Délémont. Ce qui équivaut à dire que dans notre seconde hypothèse : b) *En ne tenant compte que des frais proportionnels aux charges transportées*, le prix de revient du transport d'une tonne, *via* Bienne-Délémont, reste celui trouvé précédemment pour la ligne Bienne-Olten.

Mais il n'en est pas de même dans notre première hypothèse : a) *En tenant compte de tous les frais d'exploitation*.

Dans ce cas, aux frais précédents viennent s'ajouter les frais considérés comme constants par kilomètre de voie.

Or, pour le Nord-Est Suisse, nous avons trouvé :

En comptant tous les frais	0,0429	par tonne-kilomètre.
En ne comptant que les frais proportionnels aux charges transportées	0,0211	» »

Différence = 0,022

Ainsi les 18 kilomètres en faveur de la ligne Bienne-Délémont diminueront les prix de transport de :

$$18 \text{ kil.} \times 0,022 = 0,40$$

Et par suite les frais de transport deviendront, *par Bienne-Délémont* :

1^o *De Bâle à Milan.*

Coût du transport de la tonne par Bienne-Olten =	23 fr. 68
Dont à retrancher	0 » 40
	23 fr. 28

2^o *De Bâle à Gènes.*

Coût du transport de la tonne par Bienne Olten =	28 fr. 36
Dont à retrancher	0 » 40
	27 fr. 96

Comparaison entre les frais de transport par le Simplon et par le Saint-Gothard.

En réunissant les chiffres trouvés pour le coût de transport par ces deux passages, nous avons :

a) *En tenant compte de tous les frais d'exploitation.*

	Prix du transport d'une tonne:	
	De Bâle à Milan.	De Bâle à Gênes.
Par le Simplon :		
Via Bienne-Olten	23 fr. 68	28 fr. 36
Via Bienne-Délémont . . .	23 » 28	27 » 96
Par le Saint-Gothard . . .	21 » 46	28 » 27

Pour cette hypothèse, le Saint-Gothard présente pour Milan une économie de 1 fr. 82 par tonne ; tandis que Gênes trouve par le Simplon un avantage de 0 fr. 30.

b) *En ne tenant compte que des frais proportionnels aux charges transportées.*

	Coût du transport d'une tonne:	
	De Bâle à Milan.	De Bâle à Gênes.
Par le Simplon	12 fr. 26	14 fr. 66
Par le Saint-Gothard	12 » 97	16 » 32

Dans ce cas-ci le Simplon présente un avantage dans les deux directions ; pour Milan, 0 fr. 70, et 1 fr. 66 pour Gênes.

CONCLUSIONS.

Le coût réel du transport d'une tonne de marchandises se trouve incontestablement entre les limites extrêmes que nous venons de considérer, et nous n'avons pas besoin d'établir qu'il se rapproche bien plus de la limite inférieure obtenue dans notre hypothèse b, et que, par conséquent, le transport entre Bâle et l'Italie sera moins coûteux par le Simplon que par le Saint-Gothard.

Comme preuve à cet égard, il suffirait de citer les Compagnies françaises du Nord et du Paris-Lyon-Méditerranée, qui ont adopté des tarifs différentiels au prix réduit de fr. 0,025 par tonne-kilomètre.

On comprend facilement, en effet, que la plupart des Compagnies, devant maintenir leur administration et leurs employés, devant entretenir leurs lignes, pourraient voir doubler leur trafic sans augmenter d'une manière sensible les frais d'exploitation, sauf ceux du service de la traction. Dès lors, toute augmentation de trafic crée pour elles un bénéfice net, dès que les tarifs dépassent d'une valeur aussi minime qu'elle soit les frais d'exploitation proportionnels aux charges transportées.

Pour l'avenir surtout, cette limite inférieure est d'une haute importance, vu l'intérêt qui engage les différentes Compagnies à se réunir sous le rapport de l'exploitation. En Suisse, croyons-nous, il est indubitable que le jour où les différents passages des Alpes seront assurés,

la centralisation des chemins de fer se réalisera ou par la Confédération ou par la formation de sociétés semblables à celle de la Suisse-Occidentale ; ce qui aura pour résultat de réduire les frais généraux de manière à les faire disparaître, pour ainsi dire, par rapport aux frais de traction et d'entretien de la voie.

Ainsi la limite inférieure dans les prix que nous avons trouvés est celle vers laquelle tendront de plus en plus à se rapprocher les tarifs des chemins de fer. Cette limite, comme nous venons de le voir, est pour le Simplon bien inférieure à celle du Saint-Gothard, ce qui nous autorise à conclure que : *Si une seule et même compagnie de chemin de fer exploitait toutes les lignes de Bâle à Gênes et à Milan par le Simplon et par le Saint-Gothard, cette compagnie aurait intérêt à diriger le trafic entre Bâle et l'Italie par le Simplon, quels que soient les tarifs de transport qu'elle percevrait.*

**Evaluation du temps nécessaire pour parcourir en train express les distances BALE-MILAN
et BALE-GÈNES par le Simplon et par le St. Gothard.**

Il nous reste à répondre à la deuxième partie de notre problème : quelle est la position de Bâle par rapport à l'Italie, au point de vue des vitesses, par le Simplon et par le St. Gothard ?

La vitesse n'a guères d'influence sur le service des marchandises, qui recherchent uniquement les transports les moins coûteux, tandis qu'elle est l'exigence du voyageur. Aussi n'évaluons-nous les vitesses que pour les trains express.

Les chiffres qui deviennent ici le sujet de contestation sont les vitesses à admettre comme normales pour la marche des trains.

M. Lommel adopte une vitesse de 50 kil. à l'heure pour les lignes de plaine et de 30 kil. pour les parcours à forte rampe. Ces chiffres paraissent un peu exagérés ; ils représentent plutôt l'accélération extrême à laquelle on peut arriver que les vitesses normales. Ce seraient les vitesses que nous appliquerions pour le service de la malle-poste des Indes ; mais que nous croyons devoir réduire pour le service ordinaire des voyageurs.

MM. Kohler, Schmidlin et Stoll dans leur réponse à M. Lommel prirent pour normales des vitesses de 25 kil. sur les lignes dont l'inclinaison dépasse 14 millimètres et de 40 kil. sur les parcours en plaine.

Nous croyons devoir adopter avec eux le chiffre de 25 kil. à l'heure sur les lignes dont l'inclinaison dépasse 14 millimètres ; car ces chiffres ont été confirmés depuis lors par le chemin de fer présentant le plus de similitude avec les projets des chemins de fer des Alpes ; c'est sur la ligne d'Insbruck à Botzen par le Brenner.

La longueur de la ligne Insbruck-Botzen est de 125 kil. que les trains express parcourent en 5 heures.

Pour les lignes de plaine le chiffre de 40 kil. est évidemment en dessous de la vitesse à attendre d'une grande ligne de transit. Nous croyons être bien plus près de la réalité en admettant 45 kil., car sur les lignes de la haute Italie nous rencontrons :

Sur la ligne Venise-Turin-Milan 45 kil. à l'heure

» » Turin-Alexandrie-Bologne 48 kil. »

Si sur les lignes suisses aux abords du Simplon les trains ne marchent pas à cette vitesse ; c'est que nous n'avons point de train express, et néanmoins sur la ligne d'Italie, l'horaire des trains correspondants avec le service direct pour la Suisse allemande a souvent été fixé sur une vitesse de 46 kil. à l'heure.

Le temps nécessaire au parcours peut donc s'évaluer comme suit :

I. DE BALE A MILAN.

Par le St. Gothard.

	Parcours en plaine	Parcours sur rampe de 14 à 25 0/00	
Bâle-Olten . . .	22 kilomètres	19	kilomètres
Olten-Lucerne . .	50 »	5	»
Lucerne-Fluelen .	39 »	7,80	»
Fluelen-Biasca . .	15,20 »	82	» (compris le tunnel des Alpes)
Biasca-Camerlata .	46,40 »	33,50	»
Camerlata-Milan .	45 »		
	<u>217,60</u> »	<u>147,30</u>	
Parcours en plaine	218 kil. à 45 kil. à l'heure		4 h. 53 min.
» en rampe de :			
14 à 25 0/00 . . .	147 kil. à 25 kil. »		5 h. 53 min.
	<u>365 kil.</u>		
			<u>Temps nécessaire au parcours Bâle-Milan 10 h. 46 min.</u>

Par le Simplon.

	Parcours en plaine	Parcours sur rampe de 14 à 25 0/00	
Bâle-Délémont-Bienne . . .	62 kil.	16 kil.	
Bienne-Brigue	252 »		
Brigue-Domo		39,04	(compris le tunnel)
Domo-Milan	126 kil.		
	<u>440 kil.</u>	<u>55,04 kil.</u>	
Parcours en plaine	440 kil. à 45 kil. à l'heure		9 h. 46 min.
» sur rampe de :			
14 à 25 0/00 . . .	55 kil. à 25 kil. »		2 h. 12 min.
	<u>495 kil.</u>		
			<u>Temps nécessaire au parcours de Bâle-Milan 11 h. 58 min.</u>
Nous trouvons en faveur du St. Gothard une avance de			1 h. 12 min.

II. DE BALE A GÈNES.

Par le St. Gothard.

	Parcours en plaine	Parcours sur rampe de 14 à 25 0/00
Bâle-Milan	218 kil..	147 kil.
Milan-Gênes	140 kil..	10 kil.
	<u>358 kil.</u>	<u>157 kil.</u>
Parcours en plaine	358 kil. à 45 kil. à l'heure . . .	7 h. 57 min.
» sur rampe de :		
14 à 25 0/00	157 kil. à 25 kil. »	6 h. 14 min.
	<u>515 kil.</u>	
Temps nécessaire au parcours Bâle-Gênes		<u>14 h. 11 min.</u>

Par le Simplon.

	Parcours en plaine	Parcours avec rampe de 14 à 25 0/00
Bâle-Domo.	314 kil..	55 kil.
Domo-Gozano.	54 kil.	
Gozano-Gênes.	167 kil..	10 kil.
	<u>535 kil.</u>	<u>65 kil.</u>
Parcours en plaine	535 kil. à 45 kil. à l'heure . . .	11 h. 53 min.
» sur rampe de :		
14 à 25 0/00	65 kil. à 25 kil. »	2 h. 36 min.
Temps nécessaire au parcours Bâle-Gênes		<u>14 h. 29 min.</u>

La faible différence que nous trouvons nous autorise à dire que le temps nécessaire au parcours de Bâle à Gênes est le même par les deux passages.

RÉSUMÉ.

Il résulte de notre exposé que *Bâle, et par suite le Rhin, sont les limites entre les zones de trafic du Simplon et du St. Gothard, par rapport à l'Italie, et que ce résultat par le Simplon peut être obtenu avec 58 millions d'économie sur les dépenses prévues par le St. Gothard.*

Ce fait bien établi, nous allons indiquer brièvement quelles sont les principales conséquences de l'établissement d'une voie ferrée par le Simplon pour la Suisse et pour la France.

CHAPITRE IV

CONSÉQUENCES COMMERCIALES.

SUISSE.

Les cantons placés dans la zone du Simplon sont : Bâle, Soleure, Neuchâtel, Berne, Fribourg, Vaud, Valais et Genève, représentant la moitié de la population suisse.

Ayant démontré que Bâle, via Olten, était dans le rayon du Simplon plutôt que dans celui du St. Gothard ; il en est de même à plus forte raison des cantons de Soleure et Neuchâtel, qui se trouvent sur la ligne que nous avons suivie.

Mais pour les *cantons de Fribourg et Berne* il nous reste à tenir compte de la ligne Berne-Langnau-Lucerne.

Le temps de parcours par cette ligne se calcule comme suit :

BERNE-MILAN (pour l'Orient).

<i>Par le Simplon.</i>			<i>Par le St. Gothard.</i>		
	Plaine	Forte rampe		Plaine	Forte rampe
Berne-Lausanne	82 kil.	16 kil.	Berne-Lucerne	93 kil.	
Lausanne Brigue	146 »		Lucerne-Camerlata	100 » 60	123 kil. 30
Brigue-Domo		39 »	Camerlata-Milan	45 »	
Domo-Milan	126 »				
	<u>354 kil.</u>	<u>55 kil.</u>		<u>238 kil. 60</u>	<u>123 kil. 30</u>
354 kil. à 45 à l'heure	=	7 h. 52 min.	239 kil. à 45 à l'heure	=	5 h. 19 min.
55 » à 25 »	=	2 » 12 »	123 » à 25 »	=	4 » 55 »
409 kil. temps	=	10 h. 4 min.	362 kil. temps	=	10 h. 14 min.

BERNE-GÈNES.

<i>Par le Simplon.</i>			<i>Par le St. Gothard.</i>		
	Plaine	Forte rampe		Plaine	Forte rampe
Berne-Brigue	228 kil.	16 kil.	Berne-Milan	238 kil. 60	123 kil. 30
Brigue-Domo		39 »	Milan-Gênes	140 »	10 kil.
Domo-Gozano-Gênes	221 »	10 »			
	<u>449 kil.</u>	<u>65 kil.</u>		<u>378 kil. 60</u>	<u>133 kil. 30</u>
449 kil. à 45 à l'heure	=	10 h. 00 min.	379 kil. 60 à 45 à l'heure	=	8 h. 25 min.
65 » à 25 »	=	2 » 36 »	133 » à 25 »	=	5 » 19 »
514 kil. temps	=	12 h. 36 min.	512 kil. temps	=	13 h. 44 min.

Par le Simplon nous trouvons égalité pour Milan et avance de *une* heure pour Gênes, et cela en ne tenant point compte des fortes rampes qui peuvent se présenter sur la ligne Langnau-Lucerne.

Quant au coût des transports des marchandises de *Berne*, à *Gênes* et *Milan*, par le *St. Gothard*, ils seront environ les mêmes que ceux trouvés pour Bâle, puisque la ligne Berne-Lucerne qui a 93 kil. ne diffère que de 3 kil. de la ligne Bâle-Lucerne qui a 96 kil., tandis que par le *Simplon*, *Berne* est de 108 kil. plus rapproché de l'Italie que Bâle, et par conséquent les prix de transport seront, sous nos deux hypothèses, environ de 4 fr. ou 2 fr. inférieurs à ceux que nous avons trouvés pour Bâle.

Donc, soit pour la vitesse, soit pour les prix de transport, Berne est dans le réseau du *Simplon*. Mais là n'est pas le seul avantage qu'assure le Simplon au canton de Berne. Pour faciliter nos calculs relatifs à Bâle, nous avons fait suivre au trafic venant du Simplon uniquement les lignes *Lausanne-Neuchâtel-Bienne-Olten* ou *Bienne-Délémont*; mais vu le peu de différence que présente la ligne *Lausanne-Fribourg-Berne-Olten*, il s'en suit que le trafic du Simplon pour Bâle se répartirait presque uniformément sur tout le réseau des chemins de fer de la Suisse Occidentale, sur la ligne du *Jura-Bernois*, *Bâle-Bienne*; et sur celui du *Central Suisse*, *Berne-Bâle*.

Le Simplon assure donc au canton de Berne le transit d'une grande partie du trafic entre l'Allemagne et l'Italie, tandis que le *St. Gothard* laissera les lignes de l'Etat de Berne réduites à un simple trafic local.

En effet la ligne Bienne-Berne-Lucerne ne peut aspirer au transit provenant de Paris, pour le *Gothard*; ce trafic se dirigera toujours sur Bâle, puisque le parcours Paris-Bâle-Lucerne est de 620 kil., tandis que celui de Paris-Neuchâtel-Bienne-Lucerne est de 665 kil. et dont 50 kil. à rampe de 20 pour mille.

Genève étant dans le rayon du Mont-Cenis, par rapport au *Gothard*, les lignes de l'Etat bernois ne peuvent compter du côté de la Suisse française que sur le trafic provenant d'une partie du canton de Vaud et des cantons du Valais et de Fribourg.

Il est donc établi que le *Simplon* tout en étant plus favorable que le *St. Gothard* au commerce bernois, place ce canton sur la ligne de transit, tandis que par le *St. Gothard* les lignes bernoises ne seront jamais dotées que d'un trafic local.

Le canton de *Fribourg* se trouve dans une position analogue à celle du canton de Berne; mais plus décisive en faveur du Simplon, puisque la ville de Fribourg a sur Berne une avance de 32 kil, dans la direction de Lausanne.

Quelle est la position faite à *Genève* par le Simplon, le *St. Gothard* et le Mont-Cenis?

Sous le rapport des vitesses nous trouvons :

GENÈVE-MILAN.

<i>Simplon.</i>		<i>Mont-Cenis</i>		<i>St. Gothard.</i>	
plaine kil.	f. rampe kil.	plaine kil.	f. rampe kil.	plaine kil.	f. rampe kil.
Genève-Bouveret-Brigue 183		Genève-Culoz-St.-Michel 185		Genève-Berne-Luc. 212	40
Brigue-Domo	39	St. Michel-Suse	77	Luc.-Camerlata 100,60	123,30
Domo-Milan 126		Suse-Milan 204		Camerlata-Milan 45	
309	39	389	77	357,60	163,30

<i>Simplon.</i>	<i>Mont-Cenis.</i>	<i>St. Gothard.</i>
309 k. à 45 à l'h. = 6 h. 52 m.	358 k. à 45 à l'h. = 7 h. 57 m.	389 k. à 45 à l'h. = 8 h. 38 m.
39 » à 25 » = 1 h. 34 m.	163 » à 25 » = 6 h. 34 m.	77 » à 25 » = 3 h. 5 m.
348 kil. temps = 8 h. 26 m.	521 kil. temps = 14 h. 28 m.	466 kil. temps = 11 h. 43 m.

Remarque. Par Lausanne, il faut ajouter 24 kil.

GENÈVE-PLAISANCE (et l'Orient).

<i>Simplon.</i>			<i>Mont-Cenis.</i>		
	plaine	forte rampe		plaine	forte rampe
Genève-Milan	309 kil.	39 kil.	Genève-St. Michel	185 kil.	
Milan-Plaisance	69 »		St. Michel-Suse		77 kil.
	<u>378 kil.</u>	<u>39 kil.</u>	Suse-Plaisance	<u>242 »</u>	
				<u>427 kil.</u>	<u>77 kil.</u>
378 kil. à 45 à l'heure = 8 h. 24 min.			427 kil à 45 à l'heure = 9 h. 30 min.		
39 » à 25 » = 1 h. 34 min.			77 » à 25 » = 3 h. 5 min.		
417 kil. temps = 9 h. 58 min.			504 kil. temps = 12 h. 35 min.		

GENÈVE-GÈNES.

<i>Simplon.</i>			<i>Mont-Cenis.</i>		
	plaine	forte rampe		plaine	forte rampe
Genève-Brigue	183 kil.		Genève-St. Michel	185 kil.	
Brigue-Domo		39 kil.	St. Michel-Suse		77 kil.
Domo-Gênes	<u>221 »</u>	<u>10 »</u>	Suse-Gênes	<u>214 »</u>	<u>10 »</u>
	<u>404 kil.</u>	<u>49 kil.</u>		<u>399 kil.</u>	<u>87 kil.</u>
404 kil. à 45 à l'heure = 9 h.			399 kil. à 45 à l'heure = 8 h. 52 min.		
49 » à 25 » = 2 h.			87 » à 25 » = 3 h. 29 min.		
453 kil. temps = 11 h.			486 kil. temps = 12 h. 21 min.		

Pour évaluer le prix de revient du transport d'une tonne de marchandises, par le Simplon et le Mont-Cenis, il nous manque un élément, le *prix de la tonne-kilomètre pour la traversée du Mont-Cenis*, que nous allons établir.

Prix de la tonne-kilomètre pour le Mont Cenis.

Admettant pour ce passage le même tonnage et la même dépense kilométrique d'exploitation que pour la traversée des Alpes de Fluelen à Biasca au St. Gothard, nous trouvons :

Dans l'hypothèse a) *En tenant compte de tous les frais d'exploitation :*

$$\begin{aligned} \text{Frais kilométriques d'exploitation} &= 26\,100 \text{ fr.} \\ \text{Tonnes utiles transportées} &= 318\,000 \text{ »} \\ \text{Coût de la tonne-kilomètre} &= \frac{26\,100 \text{ fr.}}{318\,000 \text{ fr.}} = \text{fr. } 0,082 \end{aligned}$$

Dans l'hypothèse b) *En ne tenant compte que des frais proportionnels aux charges transportées :*

$$\begin{aligned} \text{Dépense kilométrique d'exploitation} \\ \text{(Voie et traction)} &= 18\,300 \text{ fr.} \\ \text{Tonnes utiles transportées} &= 318\,000 \text{ »} \\ \text{Coût de la tonne-kilomètre} &= \frac{18\,300 \text{ fr.}}{318\,000 \text{ fr.}} = \text{fr. } 0,0575 \end{aligned}$$

En appliquant ce prix aux 77 kilomètres de la traversée du Mont-Cenis et en établissant le reste de nos calculs de la même manière que nous l'avons fait pour Bâle, nous trouvons :

COUT DU TRANSPORT D'UNE TONNE DE GENÈVE.

Hypothèse a.

En tenant compte de tous les frais d'exploitation.

	<i>Simplon.</i>	<i>Mont-Cenis.</i>
A Milan . .	15,85	22,83
A Plaisance .	18,80	24,30
A Gênes . .	20,52	23,75

Hypothèse b.

En ne tenant compte que des frais proportionnels aux charges transportées.

	<i>Simplon.</i>	<i>Mont-Cenis.</i>
	8,20	12,56
	9,65	13,28
	10,60	13,12

Ainsi, soit sous le rapport des vitesses, soit pour les transports, le Simplon présente au commerce de Genève de sérieux avantages et assure en outre à cette ville le transit d'une partie du trafic français.

Au point de vue suisse, nous sommes en droit de conclure *qu'aucun chemin de fer par les Alpes ne répond mieux aux intérêts de la plus grande partie de la Suisse que le Simplon.*

FRANCE.

L'idée, le plus souvent émise par les adversaires du Simplon, que le *Saint-Gothard* et surtout le *Mont-Cenis* répondent pleinement aux besoins de l'industrie et du commerce français, et rendent superflu le Simplon, nous engage à étudier avec un peu plus de détails que nous ne nous le proposons d'abord quelles seront les conséquences pour la France du percement du Simplon.

Oubliant pour un instant ce passage, recherchons quelle est la position créée à la France par

les lignes extrêmes le Mont-Cenis et le Saint-Gothard ; c'est-à-dire déterminons la ligne qui diviserait la France en deux parties, l'une appartenant au réseau du Saint-Gothard, l'autre à celui du Mont-Cenis, si le Simplon n'était pas possible.

La position de la ligne de démarcation du trafic dévolu à ces deux passages variera dans certaines limites selon le point d'arrivée que l'on se propose en Italie.

Pour simplifier le problème, nous nous bornerons à choisir Plaisance, vu l'importance de ce point, où viendra concourir le trafic qui du Nord Ouest de l'Europe se dirigera à travers les Alpes sur l'Italie méridionale et l'Orient.

En négligeant l'influence des altitudes des passages, influence qui augmenterait encore la zone du Saint-Gothard aux dépens de celle du Mont-Cenis, le calcul des distances nous donne :

DE PLAISANCE,

	Par le Mont-Cenis,	Par le St-Gothard,
au Havre	1230 kil.	1200 kil.
à Paris	996 »	958 »
à Besançon	664 »	620 »

Ce tableau nous indique que les villes de Havre, Paris, Besançon, sont près de la limite que nous cherchons, et que par conséquent la limite entre *les zones de trafic du Mont-Cenis et du Saint-Gothard par rapport à Plaisance et l'Orient, est déterminée par une ligne droite tirée du Havre à Besançon.*

Ce résultat fait ressortir que le Mont-Cenis est loin d'être suffisant pour la France, puisqu'il laisse plus du tiers du territoire français tributaire d'un passage que l'Allemagne regarde comme étant le sien, comme étant celui qui offre les communications les plus rapides et économiques avec l'Italie et l'Orient.

Néanmoins, de la part du Piémont, l'entreprise du Mont-Cenis avait sa raison d'être. Reliant la Savoie au reste du royaume, débouchant sur Turin au cœur des Etats sardes, des considérations politiques bien plus que commerciales justifiaient pleinement les immenses sacrifices devant lesquels n'a pas reculé ce petit Etat.

Mais dès lors les circonstances ont changé, le centre de l'Italie s'est déplacé, et l'Italie aussi bien que la France doivent aujourd'hui rechercher entre elles la meilleure voie commerciale, et cette voie c'est le *Simplon*.

Pour s'assurer de ce fait, il suffit de tracer sur une carte de la France et des pays frontières la zone de trafic du Simplon, dont nous allons fixer les limites.

Nous avons vu que *Bâle et par suite le Rhin étaient sur la ligne de démarcation entre les trafics du Simplon et du Saint-Gothard.* Quelles sont ces limites entre le Mont-Cenis et le Simplon ?

La détermination d'un point particulier, Culoz, nous amène à des conclusions importantes, Culoz étant la clef de la ligne Lyon-St.-Etienne-Montauban. En conservant Plaisance comme *objectif* italien, nous trouvons pour le *temps de parcours* :

DE PLAISANCE A CULOZ.

<i>Par le Simplon.</i>		<i>Par le Mont-Cenis.</i>	
Ligne de plaine	445 k. à 45 = 9 h. 54	Ligne de plaine	359 k. à 45 = 8 h. 00
» montagne	39 » 25 = 1 » 34	» montagne	77 » à 25 = 3 » 05
	<u>484 kil.</u> <u>11 h. 28</u>		<u>436 k.</u> <u>11 h. 05</u>

La faible différence de 23 minutes que nous trouvons en faveur du Mont-Cenis disparaîtrait complètement par un calcul plus rigoureux. Car nous devons tenir compte à ce passage des rampes de 30 pour mille dont il est grevé, ainsi que des obstacles bien plus redoutables que présenteront les phénomènes atmosphériques sur une voie s'élevant à la cote 1338^m, tandis que le passage du Simplon ne dépassera pas l'altitude de 793^m au-dessus de la mer.

Quant au *coût du transport d'une tonne de marchandises*, nous pouvons le comparer, sous nos deux hypothèses, en appliquant les prix obtenus précédemment pour les deux passages.

DE PLAISANCE A CULOZ.

Par le Simplon.
Par le Mont-Cenis.

a) En tenant compte de tous les frais d'exploitation.

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> Ligne de plaine 445 k. à 0,043 = 19 fr. 13 » montagne 39 » 0,066 = 2 » 60 <div style="border-top: 1px solid black; margin-top: 5px;">21 fr. 73</div> </div> <div style="width: 5%; text-align: center; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black;"> </div> <div style="width: 45%;"> Ligne de plaine 359 k. à 0,043 = 15 fr. 44 » montagne 77 » 0,082 = 6 » 31 <div style="border-top: 1px solid black; margin-top: 5px;">21 fr. 75</div> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> Ligne de plaine 445 k. à 0,043 = 19 fr. 13 » montagne 39 » 0,066 = 2 » 60 <div style="border-top: 1px solid black; margin-top: 5px;">21 fr. 73</div> </div> <div style="width: 5%; text-align: center; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black;"> </div> <div style="width: 45%;"> Ligne de plaine 359 k. à 0,043 = 15 fr. 44 » montagne 77 » 0,082 = 6 » 31 <div style="border-top: 1px solid black; margin-top: 5px;">21 fr. 75</div> </div> </div>
--	--

b) *En ne tenant compte que des frais proportionnels aux charges transportées.*

Ligne de plaine	445 k. à 0,021 = 9 fr. 34	Ligne de plaine	359 k. à 0,021 = 7 fr. 54
» montagne	39 » 0,043 = 1 » 70	» montagne	77 » 0,058 = 4 » 46
	<u>11 fr. 04</u>		<u>12 fr. 00</u>

Ce dernier résultat, et qui est le plus important, nous autoriserait à assigner Culoz au rayon du Simplon; néanmoins, nous nous bornons à considérer Culoz comme un *point neutre* à l'égard des deux passages, et de là à conclure que : *le Mont Cenis ne possède pas un champ de trafic exclusif pour la direction de Plaisance et l'Orient, mais qu'il le partage avec le Simplon jusqu'à la ligne Lyon-Saint-Etienne-Montauban* ¹.

¹ Le territoire au midi de cette ligne, auquel pourrait prétendre le Mont-Cenis par Chambéry-Valence, tombe en grande partie dans le rayon du chemin de fer le long de la Méditerranée-Marseille-Nice-Gênes.

Le midi de la France qui dépend de Culoz formant une zone commune au Simplon et au Mont-Cenis, nous sommes conduit à rechercher une seconde ligne de démarcation : celle où s'arrête complètement la concurrence du Mont-Cenis, et au delà de laquelle le trafic est entièrement dévolu au Simplon.

Cette ligne coïncide avec celle qui divisera le trafic en destination pour l'Italie en deux courants ; l'un par Dôle-Pontarlier-Jougne et le Simplon ; l'autre par Mâcon-Culoz vers le Simplon ou le Mont-Cenis.

Négligeant l'influence des profils en long sur les frais d'exploitation des lignes Jougne-Simplon ou Mont-Cenis, influence qui serait toute en faveur du Simplon, nous déterminons les limites cherchées par le calcul des distances suivantes :

DE PLAISANCE A CHALONS SUR SAÔNE.

<i>Par le Simplon.</i>		<i>Par le Mont-Cenis.</i>	
Plaisance-Dole	548 kil.	Plaisance-Mâcon	554 kil.
Dole-Châlons (projet)	65 kil.	Mâcon-Châlons	58 kil.
	<u>613 kil.</u>		<u>612 kil.</u>

DE PLAISANCE A MOULINS.

Plaisance-Châlons	613 kil.	Plaisance-Lyon	531 kil.
Châlons-Moulins	115 kil.	Lyon-Roanne-Moulins	199 kil.
	<u>728 kil.</u>		<u>730 kil.</u>

Or Moulins est le point forcé de passage de tout le trafic qui, venant d'Italie par les Alpes, se dirigera sur la Rochelle par Mont-Luçon, Guéret, Poitiers. Nous pouvons donc conclure que : *toute la France au nord de Genève-Moulins-La Rochelle est exclusivement dans le rayon du Simplon.*

L'immense champ de trafic réservé au Simplon, comprenant la France, l'Angleterre, la Belgique, la moitié de la Suisse, est la conséquence du percement à la base de la montagne.

La réalisation du Simplon peut donc seule conserver aux lignes françaises le transit anglais et belge qui affluera au centre de la France pour se diriger vers l'Italie et l'Orient par Pontarlier et le Simplon. — Par le Saint-Gothard, il ne fera qu'effleurer le territoire français pour se rendre à Bâle.

Il nous reste à répondre à une question : « Quelle est la valeur absolue des avantages que présente pour la France le Simplon sur ses rivaux ; en d'autres termes, traduire en chiffres l'économie de temps et d'argent qu'assure le Simplon aux voyageurs et au commerce français.

Prenons à cet effet trois points diversement situés : *Paris, Calais, Lyon.*

Nous trouvons :

1° *Sous le rapport des distances et vitesses.*

Observation. Sur la ligne du Jura, de Mouchard à Eclépens par Jougne, on rencontrera 65 kil. à forte rampe, dont le maximum est de 20 pour mille.

DE PARIS A MILAN.

<i>Par le Simplon.</i>			<i>Par le St. Gothard.</i>			<i>Par le Mont-Cenis.</i>		
	plaine kilom.	f. rampe kilom.		plaine kilom.	f. rampe kilom.		plaine kilom.	f. rampe kilom.
Paris-Dole	361		Paris-Chaumont-Bâle	524		Paris-Culoz-St. Michel	677	
Dole-Jougne-Eclépens	84	65	Bâle-Milan	218	147	St. Michel-Suse		77
Eclépens-Brigue	167					Suse-Milan	204	
Brigue-Domo		39						
Domo-Milan	126							
	<u>738</u>	<u>104</u>		<u>742</u>	<u>147</u>		<u>881</u>	<u>77</u>
	heures min.			heures min.			heures min.	
738 k. à 45 à l'h.	= 16	24	742 k. à 45 à l'h.	= 16	30	881 k. à 45 à l'h.	= 19	35
104 k. à 25 »	= 4	10	147 k. à 25 »	= 5	53	77 k. à 25 »	= 3	05
842 k.	= 20	34	889	= 22	23	958 k.	= 22	40

DE PARIS A PLAISANCE (et l'Orient).

	plaine kilom.	f. rampe kilom.		plaine kilom.	f. rampe kilom.		plaine kilom.	f. rampe kilom.
Paris-Milan	738	104	Paris Milan	742	147	Paris-Suse	677	77
Milan-Plaisance	69		Milan-Plaisance	69		Suse-Plaisance	242	
	<u>807</u>	<u>104</u>		<u>811</u>	<u>147</u>		<u>919</u>	<u>77</u>
	heures min.			heures min.			heures min.	
807 k. à 45 à l'h.	= 17	56	811 k. à 45 à l'h.	= 18		919 k. à 45 à l'h.	= 20	26
104 k. à 25 »	= 4	10	147 k. à 25 »	= 5	53	77 k. à 25 »	= 3	5
911 k.	= 22	6	958 k.	= 23	53	996	= 23	31

DE PARIS A GÈNES.

	plaine kilom.	f. rampe kilom.		plaine kilom.	f. rampe kilom.		plaine kilom.	f. rampe kilom.
Paris-Domo	612	104	Paris-Milan	742	147	Paris-Suse	677	77
Domo-Gênes	221	10	Milan-Gênes	140	10	Suse-Gênes	214	10
	<u>833</u>	<u>114</u>		<u>882</u>	<u>157</u>		<u>891</u>	<u>87</u>

<i>Simplon.</i>		<i>St. Gothard.</i>		<i>Mont-Cenis.</i>	
	heures min.		heures min.		heures min.
833 k. à 45 à l'h.	= 18 30	882 k. à 45 à l'h.	= 19 36	891 k. à 45 à l'h.	= 19 48
114 k. à 25 »	= 4 34	157 k. à 25 »	= 6 17	87 k. à 25 »	= 3 29
947 k.	= 23 4	1039 k.	= 25 53	978 k.	= 23 17

Ce tableau nous montre que pour Paris le Simplon présente des avantages marquants dans toutes les directions.

Pour *Calais*, le Mont-Cenis ne pouvant entrer en concurrence, nous ne comparons que le Simplon et le Saint-Gothard. Les calculs que nous établirons pour ce point et Milan ayant en vue la malle des Indes, nous admettons une plus grande vitesse que celle prévue jusqu'ici pour les trains express ; nous compterons les vitesses à raison de 50 kilomètres à l'heure pour les lignes de plaine, et de 30 pour les lignes à forte rampe.

DE CALAIS A MILAN (et l'Orient).

	<i>Simplon.</i>		<i>St. Gothard.</i>	
	plaine	forte rampe	plaine	forte rampe
Calais-Paris	297		Calais-Bâle (par Amiens),	
			Chaumont-Vesoul	775 kil.
Paris-Milan	738 kil.	104 kil.	Bâle-Milan	218 kil. 147 kil.
	1035 kil.	104 kil.		993 kil. 147 kil.
1035 à 50 kil. à l'heure	= 20 h. 43 min.		993 à 50 kil. à l'heure	= 19 h. 52 min.
104 à 30 kil. »	= 3 h. 28 min.		147 à 30 kil. »	= 4 h. 54 min.
1133 kil.	= 24 h. 11 min.		1140 kil.	= 24 h. 46 min.

Le Simplon assure donc à Paris le transit de la malle-poste des Indes,

Nous devons observer ici que le comité du Saint-Gothard n'évalue la distance Calais-Milan par ce passage qu'à 1090 kilomètres, en suivant, je suppose, l'itinéraire Calais-Valenciennes-Hirson-Mézières-Metz-Remiremont-Bâle, présentant plus de 180 kilom. de chemin de fer à construire dans la direction du Gothard, et en partie en pays montagneux. Aussi le calcul précédent nous prouve que, lors même que ces chemins de fer seraient construits, l'avance resterait au Simplon.

DE CALAIS ET GÈNES.

	<i>Par le Simplon</i>		<i>Par le St. Gothard.</i>	
	plaine	forte rampe	plaine	forte rampe
Calais-Paris	297 kil.		Calais-Milan	993 kil. 147 kil.
Paris-Gênes	833 kil.	114 kil.	Milan-Gênes	140 kil. 10 kil.
	1130 kil.	114 kil.		1133 kil. 157 kil.
1130 kil. à 45 à l'heure	= 25 h. 6 min.		1133 kil. à 45 à l'heure	= 25 h. 11 min.
114 kil. à 25 »	= 4 h. 34 min.		157 kil. à 25 »	= 6 h. 17 min.
1244 kil.	= 29 h. 40 min.		1290 kil.	= 31 h. 28 min.

Au point de vue des vitesses, le Simplon procure à *Calais*, et par suite à l'*Angleterre*, une avance de $\frac{3}{4}$ heure à 2 heures pour l'Italie orientale ou occidentale.

Entre le Simplon et le Mont-Cenis, nous trouvons pour Lyon les différences suivantes :

DE LYON A MILAN.

<i>Par le Simplon.</i>			<i>Par le Mont-Cenis.</i>		
	plaine	forte rampe		plaine	forte rampe
Lyon-Genève	162 kil.		Lyon-Culoz	95 kil.	
Genève-Milan	309 kil.	39 kil.	Culoz-St. Michel	418 kil.	
			St. Michel-Suse		77 kil.
			Suse-Turin-Milan	204 kil.	77 kil.
	<u>471 kil.</u>	<u>39 kil.</u>		<u>417 kil.</u>	<u>77 kil.</u>
471 kil. à 45 à l'heure	= 10 h. 28 min.		417 kil. à 45 à l'heure	= 9 h. 15 min.	
39 kil. à 25 »	= 1 h. 34 min.		77 kil. à 25 »	= 3 h. 5 min.	
510 kil.	= 12 h. 2 min.		494 kil.	= 12 h. 20 min.	

De *Lyon à Plaisance*, le résultat de la comparaison est le même que celui trouvé pour Culoz, soit *égalité* par les deux passages.

De *Lyon à Gênes*, le Mont-Cenis donne une avance de 1 heure 35 minutes.

2^e Coût du transport des marchandises.

Nous rappelons à la mémoire du lecteur que nous n'évaluons pas les prix de transport d'après les tarifs existants ; mais que notre but est d'évaluer les *prix de revient* du transport aux compagnies elles-mêmes ; ces prix étant la dernière limite possible dans l'abaissement des tarifs. Nous rappelons de même que nous avons trouvé précédemment par tonne-kilomètre sur les différentes lignes à considérer les prix élémentaires suivants :

Coût de la tonne-kilomètre.

	En tenant compte de tous les frais d'exploitation.	En ne comptant que les frais proportionnels aux charges transportées
Lignes de plaines	0,0429	0,02108
Simplon (Brigue-Domo, 39 k.) . . .	0,06645	0,0434
St-Gothard (Lucerne-Camerlata, 224 k.)	0,0674	0,043
Mont-Cenis (St-Michel-Suze, 77 k.) . .	0,082	0,0575
Jougne ¹ (de Pontarlier-Eclépens sur 65 k.)	0,06	0,04
Hauenstein (Sissach-Olten, 19 k.) . . .	0,06	0,04
Apennins (Busalla Ponte-Decimo, 10 k.)	0,06	0,04

¹ Nous adoptons pour les fortes rampes de la ligne de Jougne, dont le maximum est de 20 pour mille, les prix admis pour le Hauenstein, dont le maximum est de 26 pour mille.

Appliquant ces prix kilométriques aux distances indiquées dans les calculs des vitesses, ou dans nos recherches à l'égard des prix de transport à partir de Bâle, nous obtenons les résultats contenus dans le tableau suivant :

Prix de revient du transport d'une tonne.

	En tenant compte de tous les frais d'exploitation.			En ne comptant que les frais proportionnels aux charges transportées.		
	St. Gotthard. Fr. C.	Simplon. Fr. C.	Mont-Cenis. Fr. C.	St. Gotthard. Fr. C.	Simplon. Fr. C.	Mont-Cenis. Fr. C.
Paris à Milan	43 94	38 15	44 10	24 00	19 84	23 00
» Plaisance	46 90	41 10	45 74	25 45	21 29	23 80
» Gênes	50 75	42 80	45 15	27 36	22 25	23 60
Calais-Milan	54 70	50 88	— —	29 30	26 12	— —
» Gênes	61 52	55 55	— —	32 66	28 50	— —
Lyon-Milan	— —	22 76	24 20	— —	11 62	13 22
» Plaisance	— —	25 80	25 82	— —	13 07	14 00

Les prix auxquels les différentes compagnies peuvent transporter varient incontestablement pour chaque passage entre les limites qu'indique ce tableau. Les tarifs se rapprocheront de la limite inférieure pour autant que la concurrence les y forcera.

Mais, dans tous les cas, nous croyons que la différence en faveur du Simplon pour Paris et le Nord sera toujours de 3 à 6 fr. par tonne.

Cette diminution des prix de transport peut devenir un élément de prospérité pour le commerce et l'industrie de la France.

CONCLUSION.

L'ensemble des intérêts que nous venons d'entrevoir assure, dans un avenir plus ou moins rapproché, le percement du Simplon.

Dans un siècle où l'esprit d'association crée tant de merveilles, tel que le percement de l'isthme de Suez, la réunion du capital de 100 millions nécessaires à l'entier achèvement du réseau du Simplon¹ ne saurait être longtemps une entrave à l'exécution d'un projet aussi important.

Il suffit, pour arriver à ce but, que l'opinion publique se convainque des avantages qui sont attachés à cette œuvre internationale, qui peut à juste titre compter sur la protection et le concours des gouvernements intéressés.

² Capital dont une partie, croyons-nous, est déjà réalisée par la Nouvelle Compagnie de la Ligne d'Italie.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	Pages 5
------------------------	------------

CHAPITRE I.

Construction.

1. Projet Clo-Venetz	7
2. > Jaquemin	9
3. > Vauthier	10
4. > Flachet	12
5. > Thouvenot	13
6. > Lehaitre-Mondésir	14
7. > Lommel	17
8. > Variante aux projets Vauthier-Lommel	18
a) Description du tracé	18
b) Tunnel des Alpes	20
c) Estimation de la traversée des Alpes	27
9. Lignes des abords du Simplon	31
a) Raccordement avec les chemins de fer suisses	32
b) > > > > > italiens	32

CHAPITRE II.

Comparaison entre le Simplon et le St. Gothard.

1. Traversée des Alpes	34
a) Tracé à fortes rampes	34
b) > avec rampes de 25 à 30 pour mille	36
2. Ligne des abords	38
3. Résumé et conclusion	39

CHAPITRE III.

Exploitation.

	Pages
Coût de transport d'une tonne de Bâle à Gênes et à Milan	45
1. Par le St. Gothard	45
2. Par le Simplon	49
3. Comparaison entre le Simplon et le St. Gothard	54
4. Temps nécessaire au parcours des distances Bâle-Milan et Gênes par le St. Gothard et par le Simplon	56

CHAPITRE IV.

Conséquences commerciales.

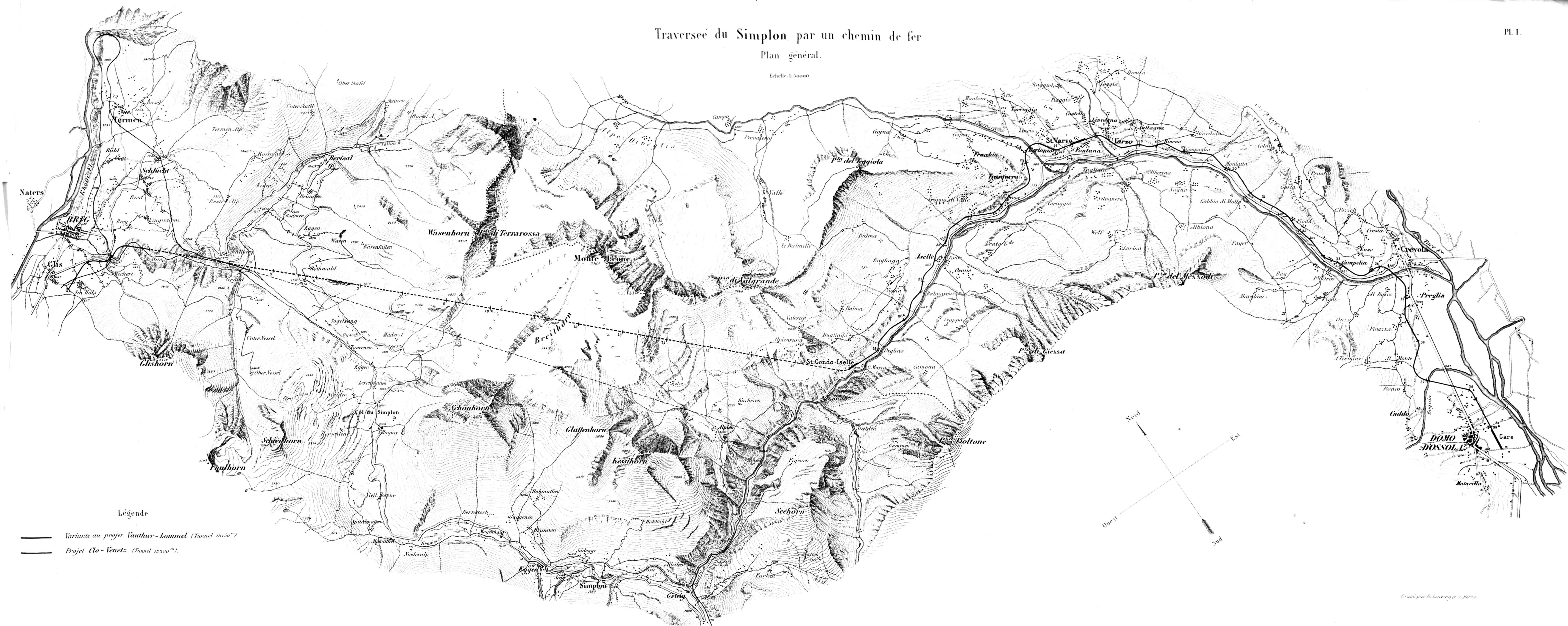
Suisse	59
France	62

Traversee du Simplon par un chemin de fer

Plan général.

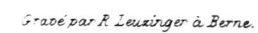
Echelle 1:50000

Pl. I.



Légende

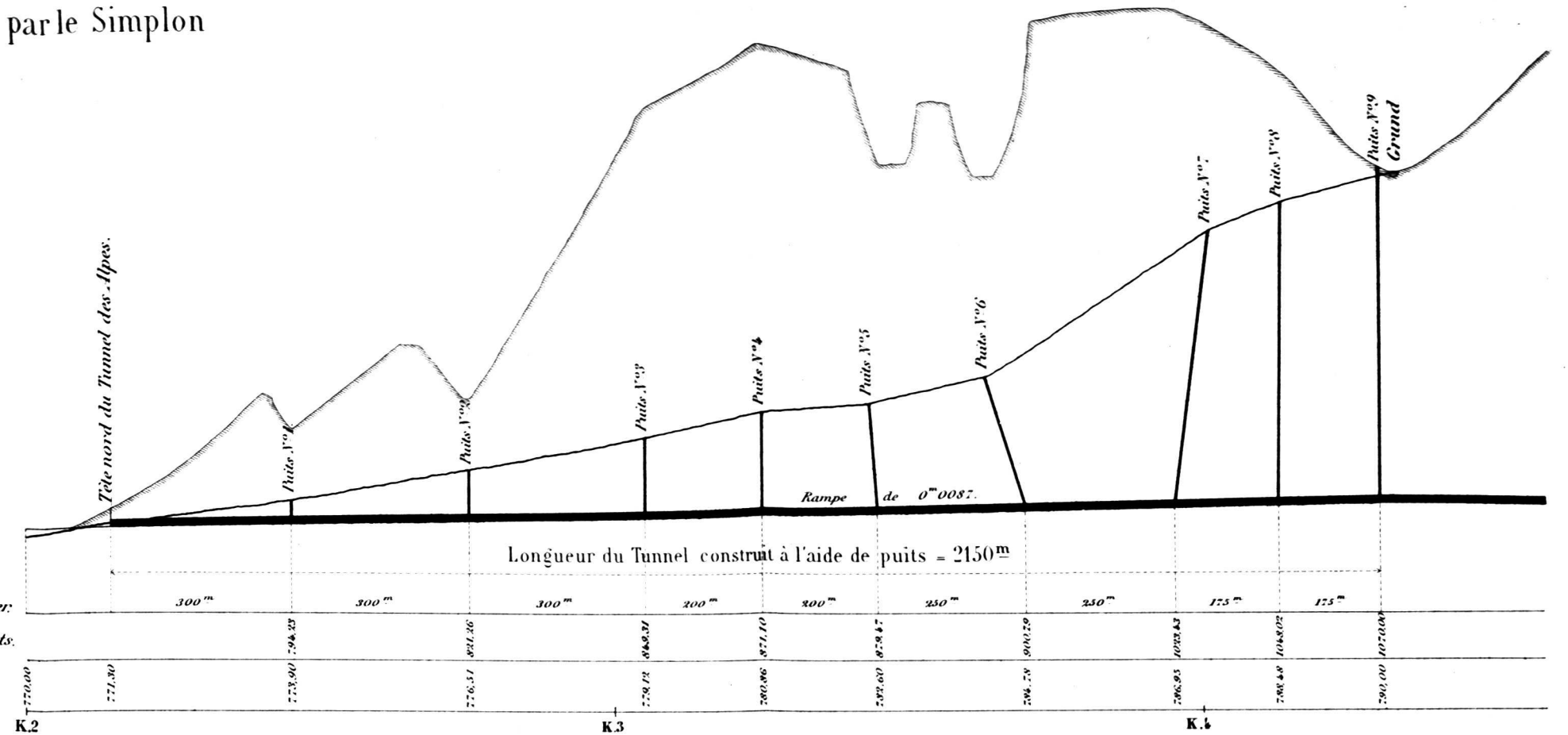
- Variante au projet Vauthier-Lommel (Tunnel 16750 m)
- - - - - Projet Clo-Venez (Tunnel 12200 m)



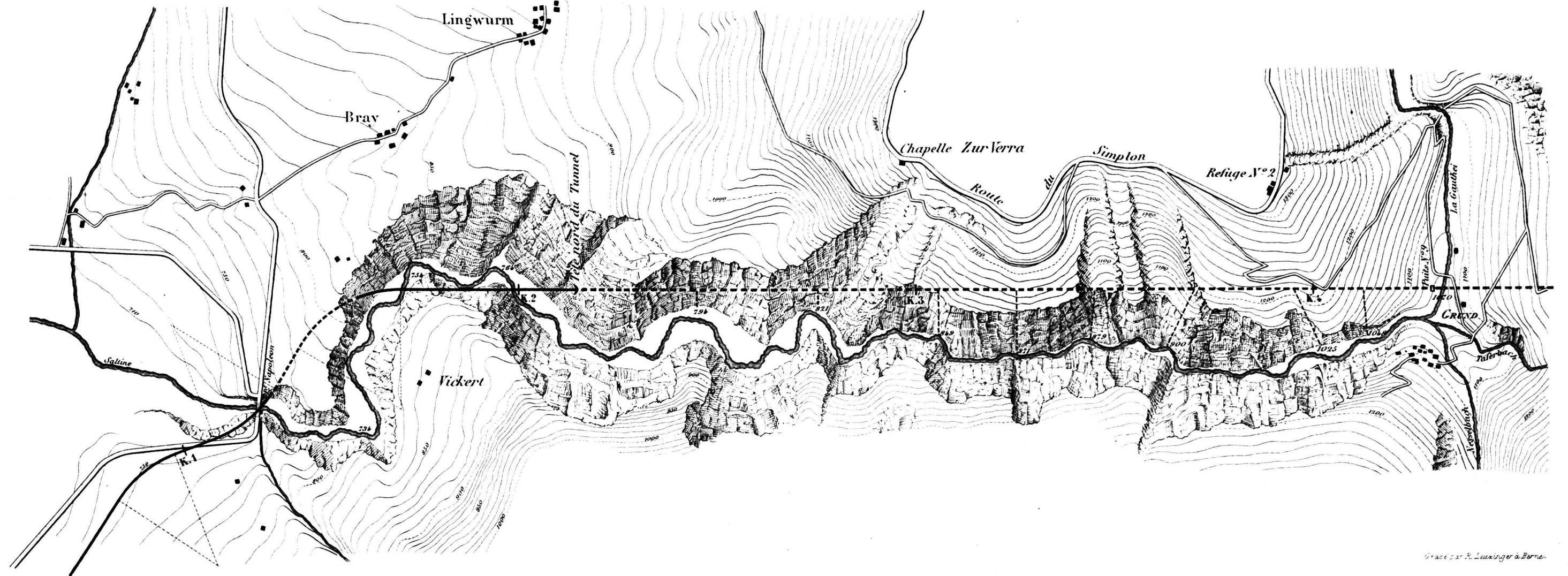
Plan et profil en long du tracé du chemin de fer par le Simplon dans les Gorges de la Saline.

Echelle du profil: pour les hauteurs - 1:5000.
pour les longueurs - 1:10000.
Echelle du plan - 1:10000.

Horizontale à 700.^m00 au dessus de la mer.
Cotes du Thalweg de la Saline à chaque puits.
Cotes du tunnel à chaque puits.



BRIGUE



Section des gorges de la Saline à chaque puits.

Echelle 1:5000.

N. 1

N. 2

N. 3

N. 4

N. 5

Distance de l'entrée du tunnel
au N°1 - 300^m

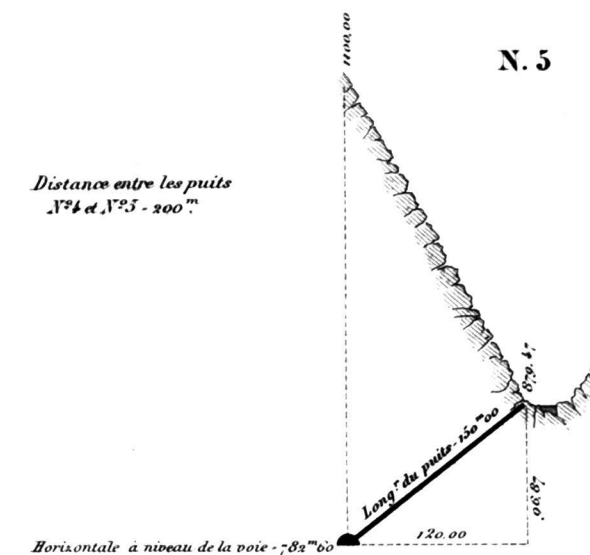
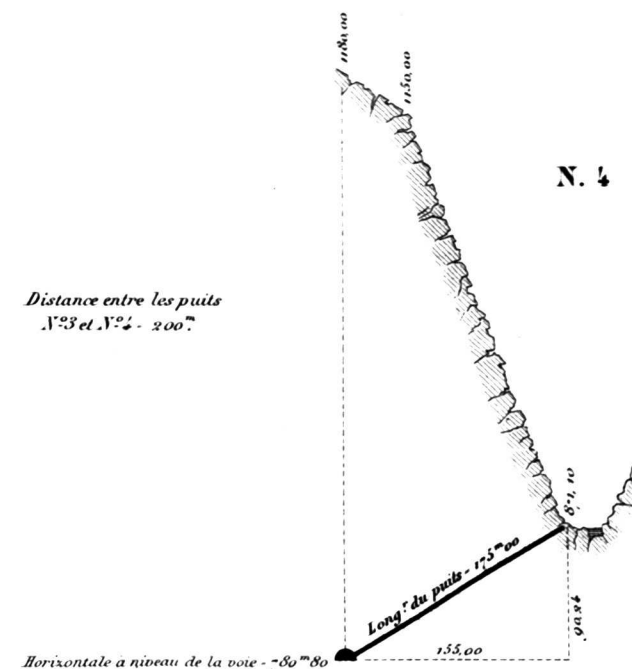
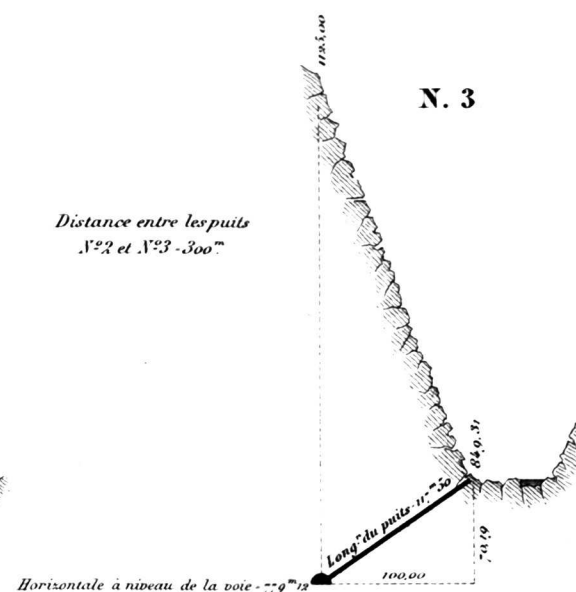
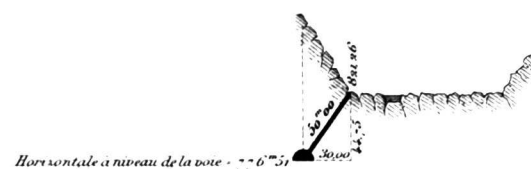
Distance entre les puits
N°1 et N°2 - 300^m

Distance entre les puits
N°2 et N°3 - 300^m

Distance entre les puits
N°3 et N°4 - 200^m

Distance entre les puits
N°4 et N°5 - 200^m

Distance entre les puits
N°5 et N°6 - 250^m



N. 6

N. 7

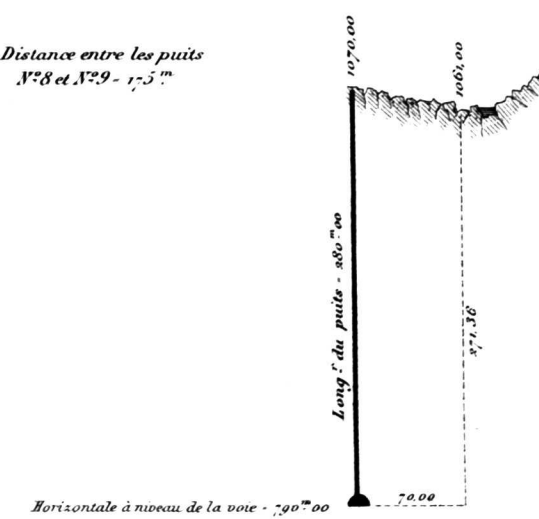
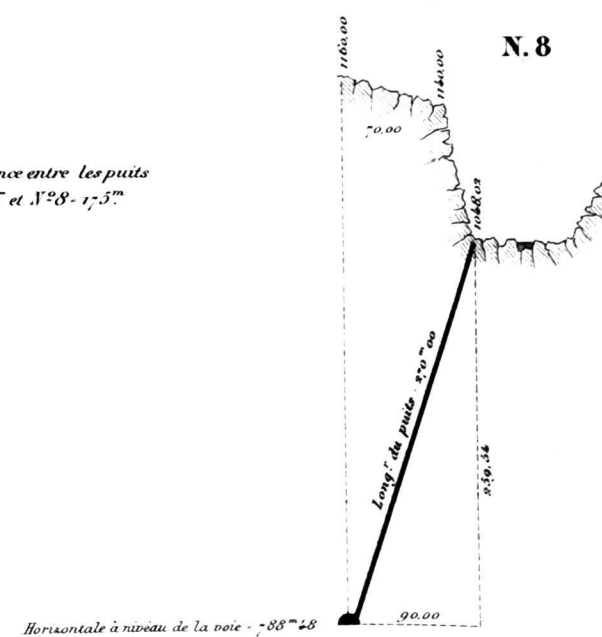
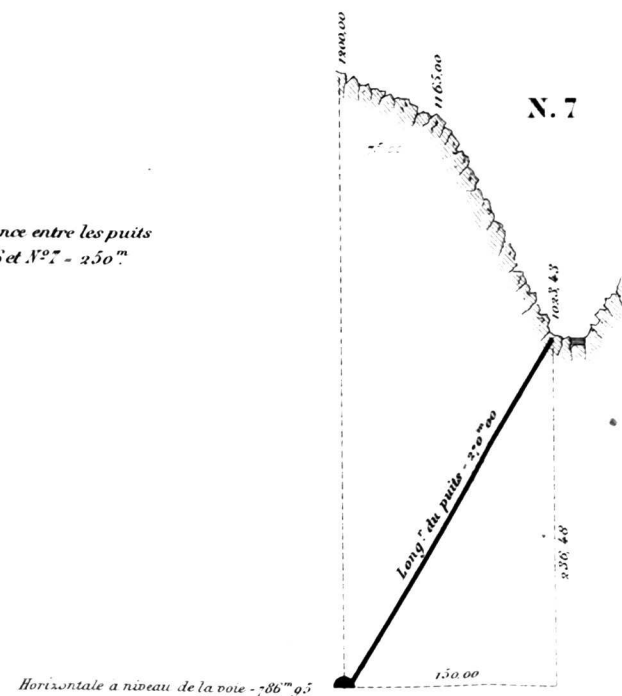
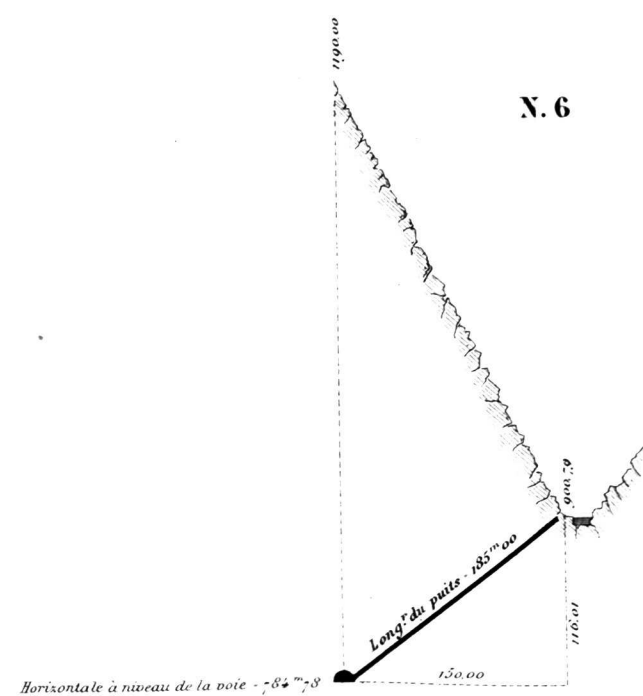
N. 8

N. 9

Distance entre les puits
N°6 et N°7 - 250^m

Distance entre les puits
N°7 et N°8 - 175^m

Distance entre les puits
N°8 et N°9 - 175^m



Comparaison des projets de Chemin de fer
par le Simplon et par le Saint-Gothard.

Profils en long.

Echelle pour les hauteurs : 1:10000.
" " " longueurs : 1:200000.

